



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS

NATURALES

INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE SUELO EN ZONAS
DEGRADADAS DEL PARQUE NACIONAL ANTISANA,
DETERMINANDO LA MEJOR TEGNOLOGÍA DE REMEDIACIÓN
DISPONIBLE, EN EL PERIÓDO 2021-2022”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieras en
Medio Ambiente

Autores:

Salazar Ligña Ana Gabriela
Vilatuña Amoguiba Katya Beatriz

Tutor:

José Luis Agreda Oña

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Salazar Ligña Ana Gabriela, con cédula de ciudadanía No. 1723211502 y Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz, con cédula de ciudadanía No. 1727480954, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del parque nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”, siendo el Ingeniero Mg. José Luis Agreda Oña, Tutor del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Salazar Ligña Ana Gabriela

Estudiante

CC: 1723211502

Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz

Estudiante

CC:1727480954

Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

Docente Tutor

CC: 0401332101

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **SALAZAR LIGÑA ANA GABRIELA**, identificado con cédula de ciudadanía **1723211502** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del parque nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: abril 2017 - agosto 2017

Finalización de la carrera: octubre 2021 – marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. José Luis Agreda Oña

Tema: “Diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del Parque Nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.

e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 29 días del mes de agosto del 2022.

Ana Gabriela Salazar Ligña
LA CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VILATUÑA AMOGUIMBA KATYA BEATRIZ**, identificada con cédula de ciudadanía **1727480954** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ingeniero Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del parque nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: abril 2017 - agosto 2017

Finalización de la carrera: octubre 2021 – marzo 2022

Aprobación en Consejo Directivo: 3 de junio del 2022

Tutor: Ingeniero Mg. José Luis Agreda Oña

Tema: “Diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del Parque Nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”.

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.

- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 29 días del mes de agosto del 2022.

Katya Beatriz Vilatuña Amoguimba
LA CEDENTE

Ing. Cristian Tinajero Jiménez, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“Diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del parque nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”, de Salazar Ligña Ana Gabriela y Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz, de la carrera de Ingeniería Ambiental, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Ing. José Luis Agreda Oña, Mg.

DOCENTE TUTOR

CC: 0401332101

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, las postulantes: Salazar Ligña Ana Gabriela y Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz, con el título del Proyecto de Investigación: “DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE SUELO EN ZONAS DEGRADADAS DEL PARQUE NACIONAL ANTISANA, DETERMINANDO LA MEJOR TECNOLOGÍA DE REMEDIACIÓN DISPONIBLE, EN EL PERIODO 2021-2022”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 29 de agosto del 2022

Lector 1 (Presidente)
Ing. Rodolfo Matius Mendoza Poma, Mg.
CC: 1710448521

Lector 2
Lcdo. Javier Roberto Irazabal Morales, Mg.
CC: 1720071024

Lector 3
Lcdo. René Jaime Lema Pillalaza, Mg.
CC: 0404529000

AGRADECIMIENTO

A Dios por enfocar mi mente brindándome la sabiduría necesaria, por haberme permitido llegar hasta este logro y haberme dado salud para cumplir con mis objetivos, así también por su infinita bondad y amor.

A mi Padre Marcelo Salazar, a mi madre Ana Ligña, a mi hermana Deysi Salazar y a mi compañero de vida Eric Guambi, gracias por su apoyo, orientación y por darme esas fuerzas para poder enfrentar el día a día en mi vida y por todo el esfuerzo para darme una profesión. Agradezco los consejos sabios que en el momento exacto han sabido darme para no dejarme caer y enfrentar los momentos difíciles, por ayudarme a tomar decisiones y sobre todo por el amor tan grande que me dan.

A los guardaparques del Parque Nacional Antisana por guiarme en el transcurso de la investigación y sobre todo por su gran amabilidad.

A mi tutor Mg. José Luis Agreda Oña que me acompañó a la ejecución de este proyecto, porque a pesar de sus diversas funciones y obligaciones supo asesorarme y motivarme para lograrlo.

A mis lectores, MSc. Matius Mendoza, Javier Irazábal, Jaime lema por ayudarme a cumplir con el presente trabajo de investigación ya que sin el apoyo y orientación de ustedes no se habría logrado nada de esto.

A la universidad técnica de Cotopaxi y a todos sus docentes gracias a sus conocimientos impartidos día a día ayudaron a que pueda hacer realidad este sueño profesional.

Finalmente, sin duda no terminaría de agradecer a todas las personas que formaron parte de este proceso son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de todo este proyecto académico.

Ana Gabriela Salazar Ligña

AGRADECIMIENTO

Doy gracias primeramente a Dios por la vida y Bendiciones que me ha regalado durante este largo camino. A mis padres, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio. GRACIAS por cada una de las palabras de aliento y toda la ayuda que tuvieron para poder verme cumplir esta meta.

A mi hijo que a pesar de momentos difíciles le demostré que no me quito mi futuro simplemente me regaló uno nuevo junto a él.

A la UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI por abrirme sus puertas para poder cumplir esta meta y mis maestros que gracias a sus conocimientos impartidos día a día en cada una de sus asignaturas ayudaron a que pueda hacer realidad este sueño profesional.

Katya Beatriz Vilatuña Amoguimba

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de investigación principalmente a DIOS por guiarme y bendecirme en todo el trayecto de mi vida universitaria y permitirme haber llegado hasta esta instancia de mi formación profesional.

Todo mi esfuerzo y dedicación se los dedico a mis padres Marcelo y Ana porque son mis pilares fundamentales en mi vida y porque se todo el esfuerzo que hicieron por darme todo lo que en un momento necesite. A mi hermana Deysi porque día a día se esfuerza por darnos lo mejor. A mi compañero de vida Eric quien estuvo a mi lado dándome todo el apoyo que necesite.

A ellos dedico todo este transcurso de mi vida estudiantil gracias por sus consejos, por el gran amor que me dan.

Ana Gabriela Salazar Ligña

DEDICATORIA

Mi título y todo mi sacrificio lo dedico con mucho amor y cariño a mis padres MARCELO VILATUÑA y BEATRIZ AMOGUIMBA quienes con su apoyo incondicional día a día lograron que pueda llegar hasta aquí, con su esfuerzo y palabras de aliento por encaminarme a una carrera para mi futuro a pesar de momentos difíciles siempre estuvieron brindándome su comprensión y amor.

A mi amado hijo ADRIAN ISAAC por ser mi fuente de motivación e inspiración para seguir luchando por nuestro futuro, aunque atravesamos momentos tristes de separación ahora lo estamos logrando.

A mis queridas hermanas ALBA, KARINA y ALIZON quienes, con sus palabras de ánimo, conocimientos y su apoyo incondicional en épocas oscuras me ayudaron día a día a seguir luchando y ha no rendirme.

Katya Beatriz Vilatuña Amoguimba

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE SUELO EN ZONAS DEGRADADAS DEL PARQUE NACIONAL ANTISANA, DETERMINANDO LA MEJOR TECNOLOGÍA DE REMEDIACIÓN DISPONIBLE, EN EL PERIODO 2021-2022”

AUTORES: Salazar Ligña Ana Gabriela
Vilatuña Amoguiba Katya Beatriz

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Parque Nacional Antisana sector San Simón a una altura entre 4178- 4217 m.s.n.m., zona que antiguamente ha sido caracterizada por la actividad de sobrepastoreo utilizada como dormideros del ganado bravo, por ende esta actividad disminuye la biodiversidad y biomasa debido al pisoteo de los animales especialmente por su peso, cuya información fue proporcionada por guardaparques del lugar mediante entrevistas y archivos del parque Nacional Antisana proporcionados por los mismos; siendo esta la problemática para la regeneración y crecimiento natural del pajonal y plantas del lugar, es por ello el objetivo de diagnosticar la calidad de suelo y proponer tecnología para la recuperación de estos suelos, bajo la técnica del diseño experimental se instaló tres parcelas piloto dentro de las 3500 hectáreas que conforman el sector San Simón donde se seleccionó zonas con mayor grado de degradación, las mismas que sirvieron para dar el correspondiente tratamiento para su recuperación, una vez determinadas se realizó un muestreo que permitió identificar y cuantificar las causas de tal efecto, las tecnologías de remediación buscan restaurar las propiedades naturales del suelo, ya que este provee servicios ecosistémicos como: la regulación hídrica, captura de carbono, protección del suelo y conservación de la biodiversidad; si este recurso se ve afectado trae consigo una serie de causa como la escasez de agua, inseguridad alimentaria y nutricional, acelera el cambio climático y reduce los servicios ecosistémicos. Para ello se realizó el análisis fisicoquímico de parámetros específicos del suelo como pH, humedad, materia orgánica densidad aparente y real, arsénico y composición granulométrica, determinando así las variables que impiden o complican la regeneración de la cobertura vegetal y plantear la tecnología de remediación adecuada después del análisis e interpretación de los datos obtenidos, concluyendo con una mezcla de aditivos en distintos porcentajes aplicados en cada parcela con el fin de mitigar la degradación de estos suelos y recuperarlos.

Palabras clave: Remediación, recuperación, degradación, suelo, sobrepastoreo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "DIAGNOSIS OF SOIL QUALITY IN DEGRADED AREAS OF THE ANTISANA NATIONAL PARK, DETERMINING THE BEST AVAILABLE REMEDIATION TECHNOLOGY, IN THE PERIOD 2021-2022"

AUTHORS:Salazar Ligña Ana Gabriela
Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz

ABSTRACT

This research was carried out in the Antisana National Park in the San Simón sector at an altitude of 4178-4217 m.a.s.l., This area has been characterized in the past by overgrazing activities used as roosting grounds for grazing cattle. This activity decreases biodiversity and biomass due to the trampling of the animals, especially because of their weight; This is the problem for the regeneration and natural growth of the grasslands and plants of the place, which is why the objective of diagnosing the soil quality and propose technology for the recovery of these soils, under the experimental design technique, three pilot plots were installed within the 3500 hectares that make up the San Simon sector where areas with the highest degree of degradation were selected, The remediation technologies seek to restore the natural properties of the soil, since it provides ecosystemic services such as water regulation, water capture and storage, and the conservation of the soil's natural properties: water regulation, carbon sequestration, soil protection and biodiversity conservation; if this resource is affected it brings with it a series of causes such as water scarcity, food and nutritional insecurity, accelerates climate change and reduces ecosystem services. For this purpose, the physicochemical analysis of specific soil parameters such as pH, humidity, organic matter, apparent and real density, arsenic and granulometric composition was carried out, thus determining the variables that prevent or complicate the regeneration of the vegetation cover and propose the appropriate remediation technology after the analysis and interpretation of the data obtained, concluding with a mixture of additives in different percentages applied in each plot in order to mitigate the degradation of these soils and recover them.

KEYWORDS: degradation,remediation, recovery,overgrazing,soil.

INDICE

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTO	ix
DEDICATORIA.....	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS	xxi
ÍNDICE DE ANEXOS	xxii
1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
6. OBJETIVOS.....	4
6.1. General.....	4
6.2. Específicos.....	4
7. ACTIVIDADES DEL PROYECTO SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	5
8. FUNDAMENTACION TEÓRICA	5
8.1. Antecedentes investigativos	5
8.2. Antecedentes de campo	6
9. MARCO TEÓRICO	6
9.1. Ecosistema páramo	6

9.1.1. Características.....	6
9.2. Tipos de paramos.....	7
9.2.1. Páramo de pajonal	7
9.2.2. Páramo herbáceo de almohadillas	7
9.3. Beneficios de la conservación del paramo	8
9.3.1. Servicios ambientales	8
9.3.2. Servicios ecosistémicos de apoyo	8
9.3.3. Protección del recurso hídrico	8
9.3.4. Servicios de regulación.....	8
9.3.5. Belleza escénica.....	9
9.3.6. La protección de la biodiversidad.....	9
9.4. Suelo	9
9.4.1. Elementos básicos del suelo	10
9.4.2. Composición y propiedades del suelo	11
9.4.3. Funciones.....	12
9.4.4. Cobertura vegetal.....	13
9.4.5. Conflicto de uso de suelo.....	13
9.4.6. Cambio de uso de suelo	13
9.5. Composición granulométrica.....	14
9.6. Densidad aparente.....	14
9.7. Densidad real	15
9.7.1. Humedad actual	15
9.7.2. Humedad de saturación	15
9.8. Degradación.....	16
9.8.1. Degradación del páramo	16
9.8.2. Influencia de la ganadería.....	17
9.9. Restauración de suelos	17

9.9.1. Importancia.....	17
9.9.2. Técnicas de restauración.....	18
9.9.3. Biorremediación	18
9.9.4. Aditivos para la recuperación de suelos	19
9.10. Acuerdo ministerial 097 ^a	19
10. METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACION	20
DISEÑO METODOLÓGICO	25
10.3.1. materiales y métodos	25
Descripción del área de estudio	25
Tratamientos	31
Manejo del tratamiento.....	31
15.2. Materiales utilizados en cada parcela	31
15.3. Procedimientos repetidos en cada parcela	31
17. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
17.1. Caracterización biofísica	34
17.1.1. Descripción del lugar de Estudio.....	34
17.1.2. Ubicación.....	34
17.2. Características físicas	35
17.2.1. Geología	35
17.2.2. Geomorfología.....	36
17.2.3. Suelos	37
17.2.4. Hidrografía	38
17.2.5. Clima	39
17.3. Características biológicas	40
17.3.1. Flora.....	41
17.3.2. Fauna	42
17.3.3. Mamíferos.....	43

17.3.4. Páramo	43
17.4. Comparación de datos obtenidos en referencia al acuerdo ministerial 097-A y artículos investigados.	44
17.4.1. Predio San Simón	44
17.5. Tecnologías.....	49
17.5.1. Prueba de infiltración.....	49
17.5.2. Materiales	50
17.5.3. Procedimiento repetido en cada parcela	50
18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
19. BIBLIOGRAFÍA	77
20. ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Beneficiarios del Proyecto</i>	3
Tabla 2 <i>Actividades de los objetivos planteados</i>	5
Tabla 3 Porcentajes mezclados en las parcelas	25
Tabla 4 Materiales, equipos, insumos y herramientas	25
Tabla 5 Coordenadas de parcela número 1	27
Tabla 6 Coordenadas de la parcela número 2	28
Tabla 7 Puntos parcela número 3.....	29
Tabla 8 Tratamientos utilizados en el estudio	31
Tabla 9 Valores mezclados en la parcela.....	32
Tabla 10 Valores mezclados en la parcela.....	32
Tabla 11 Valores mezclados en la parcela.....	33
Tabla 12 Límites del parque nacional Antisana	35
Tabla 13 Ecosistemas presentes en el Parque Nacional Antisana	40
Tabla 14 Uso del suelo en el PNA.....	41
Tabla 15 Listado de flora más representativas en el Parque Nacional Antisana	41
Tabla 16 Aves más representativas del Parque Nacional Antisana	42
Tabla 17 Mamíferos más representativos del PN Antisana.....	43
Tabla 18 Ecosistemas representados en el valor de conservación “páramo”	44
Tabla 19 Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.....	45
Tabla 20 Comparación con la escala de pH y el acuerdo ministerial	45
Tabla 21 Comparación con artículos investigados	46
Tabla 22 Comparación con artículos investigados	46
Tabla 23 Comparación con artículos investigados	47
Tabla 24 Comparación con artículos investigados	47
Tabla 25 Fracciones de textura	48
Tabla 26 Comparación con artículos investigados	48
Tabla 27 Comparación con artículos investigados	49
Tabla 28 Comparación con artículos investigados	49
Tabla 29 Valores de la prueba de infiltración.....	51
Tabla 30 Cálculos de infiltración.....	51
Tabla 31 Cálculos para la curva de infiltración	52

Tabla 32 Valores de la prueba de infiltración.....	53
Tabla 33 Cálculos de infiltración.....	53
Tabla 34 Cálculos para la curva de infiltración	54
Tabla 35 Valores de la prueba de infiltración.....	55
Tabla 36 Cálculos de infiltración.....	56
Tabla 37 Cálculos para la curva de infiltración	56
Tabla 38 Resultados de laboratorio de las parcelas	64
Tabla 39 Cálculo de la prueba chi en Excel	64
Tabla 40 Resultados de laboratorio de las parcelas	66
Tabla 41 Cálculo de la prueba chi en Excel	66
Tabla 42 Resultados de laboratorio de las parcelas	67
Tabla 43 Resultados de laboratorio de las parcelas	69
Tabla 44 Resultados de laboratorio de las parcelas	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema general de las fracciones que componen un suelo</i>	10
Figura 2 <i>Esquema general de las fracciones que componen un suelo</i>	11
Figura 3 <i>Perfil general de un suelo</i>	12
Figura 4 <i>Área de estudio San Simón</i>	26
Figura 5 <i>Mapa de ubicación de la parcela 1</i>	27
Figura 6 <i>Mapa de ubicación de la parcela 2</i>	28
Figura 7 <i>Mapa de ubicación de la parcela 3</i>	29
Figura 8 <i>Croquis de las parcelas</i>	31
Figura 9 <i>División política de la PNA</i>	34
Figura 10 <i>Geología del parque nacional Antisana</i>	36
Figura 11 <i>Geomorfología del parque nacional Antisana</i>	37
Figura 12 <i>Suelo del Parque Nacional Antisana</i>	38
Figura 13 <i>Mapa hidrográfico del Parque Nacional Antisana</i>	39
Figura 14 <i>Clima del Parque Nacional Antisana</i>	40
Figura 15 <i>Triángulo de textura del suelo</i>	48
Figura 16 <i>Curva de infiltración</i>	52
Figura 17 <i>Curva de infiltración</i>	55
Figura 18 <i>Curva de infiltración</i>	57
Figura 19 <i>Valores de pH de las parcelas en estudio</i>	58
Figura 20 <i>Valores de materia orgánica de las parcelas en estudio</i>	59
Figura 21 <i>Valores de humedad de las parcelas en estudio</i>	60
Figura 6 <i>Valores de densidad aparente de las parcelas en estudio</i>	61
Figura 23 <i>Valores de densidad real de las parcelas en estudio</i>	62
Figura 24 <i>Valores textura de las parcelas en estudio</i>	63
Figura 25 <i>Cuadro de distribución chi2</i>	64
Figura 26 <i>Cálculo de chi2</i>	65
Figura 27 <i>Cuadro de distribución chi2</i>	66
Figura 28 <i>Cálculo de chi2</i>	67
Figura 29 <i>Cuadro de distribución chi2</i>	68
Figura 30 <i>Cálculo de chi2</i>	69
Figura 31 <i>Cuadro de distribución chi2</i>	70

Figura 32 <i>Cálculo de chi2</i>	71
Figura 33 <i>Cuadro de distribución chi2</i>	72
Figura 34 <i>Cálculo de chi2</i>	73

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Toma de muestras parcela 1	81
Anexo 2 Toma de muestras parcela 2.....	81
Anexo 3 Toma de muestras parce 3.....	81
Anexo 4 Entrega de muestras	82
Anexo 5 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 1.....	82
Anexo 6 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 2.....	83
Anexo 7 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 3.....	83
Anexo 8 Remediación con paja en la parcela 1	84
Anexo 9 Remediación con paja en la parcela 2.....	84
Anexo 10 Remediación con paja en la parcela 3.....	85
Anexo 11 Prueba de infiltración en la parcela 1	85
Anexo 12 Prueba de infiltración en la parcela 2.....	86
Anexo 13 Procedimiento prueba de infiltración.....	86
Anexo 14 Presupuesto	87
Anexo 15 Análisis de laboratorio de Agrocalidad.....	88
Anexo 16 Análisis Seidlaboratory	94
Anexo 17 facturas de análisis de laboratorios	96
Anexo 18. Acuerdo ministerial 097.A.....	100
Anexo 19. Aval del Traductor	101

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Título del Proyecto: “Diagnóstico de la calidad de suelo en zonas degradadas del Parque Nacional Antisana, determinando la mejor tecnología de remediación disponible, en el periodo 2021-2022”

Fecha de inicio: Abril 2022

Fecha de finalización: Agosto 2022

Lugar de ejecución: Paramo del Parque Nacional Antisana

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Unidad académica: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia: Ingeniería en Medio Ambiente.

Tutor: Ing. José Luis Agreda Oña

Estudiantes:

Srta. Salazar Ligña Ana Gabriela

Srta. Vilatuña Amoguimba Katya Beatriz

LECTOR 1: Mendoza Matius

LECTOR 2: Irazabal Javier

LECTOR 3: Lema Jaime

Área de Conocimiento: Protección de nuestro medio natural.

Línea de investigación: Análisis, Conservación del recurso suelo.

Sub-línea de Investigación de la Carrera: Manejo y conservación del suelo.

Línea de vinculación de la universidad: Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética, para el desarrollo humano y social.

2. INTRODUCCIÓN

Los páramos son ecosistemas frágiles neotropicales de alta montaña. En Ecuador tienen una altura promedio de 3300 m.s.n.m., y cubre el 7 % de su territorio, y proveen servicios ecosistémicos como: recursos hídricos de calidad y sumideros de carbono principalmente. Sus suelos con densidad aparente baja, estructura abierta y porosa posibilitan retención de agua y conductividad hidráulica altas, donde se desarrollan plantas endémicas y diversidad faunística. (Chuncho & Chuncho Morocho, 2019), pag 71.

El uso de suelo en los ecosistemas altoandinos ha sido un factor determinante, el sobrepastoreo ha ocasionado grandes pérdidas de la cobertura vegetal y deterioro de funciones ecosistémicas del páramo. El suelo de forma natural pierde sus propiedades físicas y químicas el cual impide el crecimiento de los pajonales. (Cárdenas Fonseca, 2015) parafraseado

Según Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM (2020) los suelos y las tierras son un componente de los sistemas naturales, que ofrecen soporte y sustento a las plantas, siendo resultado de factores físicos, naturales y ambientales, los cuales regulan los procesos geodinámicos, biogeoquímicos y ecológicos responsables de la estabilidad.

Una alternativa para la conservación y recuperación se realizó los análisis físico-químicos para identificar el estado actual del suelo del área de estudio. Además de identificar los cambios del suelo, el estudio de los mismo nos ayudó con la información para ser considerada y aplicar la tecnología de remediación y poder recuperar la cobertura vegetal de los suelos.

La restauración en zonas degradadas bajo la aplicación de la tecnología de remediación, se cumplió con el fin de rescatar las propiedades del suelo, y encaminar en activar los mecanismos naturales de recuperación, el cual se ha determinado que las presiones de pastoreo con ganado bravo fueron más intensas en sitios como San Simón, ya que esas áreas eran utilizadas como dormideros del ganado provocando la desaparición de la vegetación según información proporcionada por Guardaparques del lugar.

La pérdida de la cobertura vegetal y los cambios que genera el sobrepastoreo en el ecosistema de páramo se refleja especialmente en la capacidad de retención que pierde el suelo debido al compactamiento que genera el pisoteo de ganado sobre este, reduciendo el espacio poroso para la acumulación de agua.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo de titulación se enfoca en evaluar la viabilidad en la recuperación de las propiedades físico-químicas del suelo, luego de la aplicación de tecnologías de restauración en parcelas piloto, ubicadas en tres predios del Parque Nacional Antisana sector San Simón, contribuyendo así al mejoramiento del paisaje y recuperación de suelos; ya que la característica fundamental de los páramos es almacenar y regular el agua que reciben de las precipitaciones y del descongelamiento de la nieve; estas zonas se han visto afectadas por la actividad de sobrepastoreo que antiguamente eran intensas, el suelo es un recurso natural que necesita de un largo periodo de tiempo para su formación, lo que hace que se le considere como un recurso natural no renovable, ante esta situación se aplica tecnología de remediación para su conservación, ya que cuando el suelo se encuentra en equilibrio con factores ambientales tiene una buena producción biológica, si este equilibrio se rompe se modifica y se desarrollan una serie de procesos que disminuye la calidad del suelo, perdiendo la cubierta vegetal lo que incrementa su vulnerabilidad ante los agentes erosivos y disminuyendo la capacidad de retención de agua.

Los páramos son vitales y muy relevantes siendo hogar de especies únicas, es un lugar privilegiado y significativo para la vida ya que son gran fuente de agua, debido a su clima frío y suelo orgánico, son ideales para recoger, filtrar y regular el agua beneficiando a poblaciones aledañas liberando agua limpia y pura de forma constante.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1

Beneficiarios del Proyecto

DIRECTOS	INDIRECTOS
Los beneficiarios directos son el parque nacional Antisana el cual se dedica a fortalecer las acciones de conservación.	Estudiantes que realizan el proyecto y personal del Parque nacional Antisana.

Elaborado por: Salazar y Vilatuña, 2022.

5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la presente investigación se estudió el diagnóstico de la calidad de suelos en zonas degradadas del Parque Nacional Antisana sector San Simón, determinando la mejor tecnología de remediación bajo análisis físico-químicos, con la finalidad de contribuir a la solución de la problemática referente a la degradación de suelos, ya que, estos brindan varios servicios ecosistémicos como la regulación hídrica, captura de carbono y conservación de la biodiversidad, concluyendo que la degradación existente en la zona fue causada por actividad de sobrepastoreo con ganado bravo.

6. OBJETIVOS

6.1. General

Diagnosticar la calidad de suelo en zonas degradadas mediante análisis físico- químico y proponiendo la mejor tecnología para su adecuada restauración.

6.2. Específicos

- Describir la caracterización biofísica del estado de la zona bajo información básica proporcionada por guardaparques para consolidar causas y efectos en el estudio de la zona.
- Determinar la condición ambiental del suelo actual mediante análisis físico-químico para establecer insumos en el constructo de estrategias de remediación.
- Aplicar estrategias de remediación mediante uso de tecnología adecuada para mitigar la degradación del suelo y mejorar su calidad.

7. ACTIVIDADES DEL PROYECTO SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2

Actividades de los objetivos planteados

Objetivos	Actividades	Metodología	Resultados
Describir la caracterización biofísica del estado de la zona bajo información básica proporcionada por guardaparques.	-Seleccionar zonas con mayor grado de degradación. -Señalización de parcelas piloto.	-método de campo -visitas insitu -utilización del plan de manejo del parque nacional Antisana.	-Identificación de las parcelas piloto para aplicar la tecnología de remediación.
Determinar la condición ambiental del suelo actual mediante análisis físico-químico.	-Muestreo de suelo.	-Toma de muestras bajo recomendaciones proporcionadas por el laboratorio Agencia de Regulación y Control fitosanitario (Agrocalidad) para el análisis físico químico.	-Conocer la composición y características físicas y químicas del suelo.
Aplicar estrategias de remediación mediante uso de tecnología adecuada.	-Mezcla de zeolita, cascarilla de arroz y suelo. -Repetición en cada parcela.	-Técnica de recuperación y remediación. -Tratamiento con zeolita, cascarilla de arroz y trasplante de paja.	-Recuperación del suelo.

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

8. FUNDAMENTACION TEÓRICA

8.1. Antecedentes investigativos

En los páramos del Ecuador el sobrepastoreo son los más habituales, generalmente disponen de cantidad de ganado en lo cual esto ha llevado a una degradación continua del páramo y en muchas zonas se observa un grave problema de degradación de los suelos. La desaparición de la vegetación natural como los pajonales y la compactación de los suelos llevan a una gran pérdida de los suelos en lo cual altera la formación y desarrollo del suelo. (Asanza, 2015)

Tiempos atrás las comunidades antiguas han mantenido una relación unitaria y de igualdad con la madre naturaleza puesto que de ahí se ha proveído la caza, pesca, vivienda, etc. En fin ha sido una fuente de vida para todos los seres humanos, por ello la conciencia y el cuidado de los recursos naturales ha sido primordial dentro de las comunidades, pero con el

pasar del tiempo la globalización y el régimen individualista han afectado a nuestras comunidades, causando serios problemas en los páramos principalmente con la introducción de animales causando daño al suelo de los páramos. (Pruna, 2016)

8.2. Antecedentes de campo

La degradación del suelo en los páramos del parque nacional Antisana son generados por el sobrepastoreo de ganado el cual varios años atrás las comunidades cuidaban su ganado bravo, al pasar los años las propiedades pasaron a ser conservadas por el ministerio de agua y transición ecológica y como área protegida el parque nacional Antisana, el cual la importancia histórica de estos paramos fueron indispensables para incentivar al pueblo a la conservación de nuestra madre naturaleza.

La investigación se realizó en predios del parque nacional Antisana en un sector del páramo llamado san simón el cual tiene 3500 hectáreas y con una altitud de 4178msanm, donde años atrás utilizaban para el sobrepastoreo debido a esto ocasionó degradación del suelo.

9. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se detalla la información para sustentar el análisis e interpretación del presente estudio en base a la recopilación de documentos en sitios web.

9.1. Ecosistema páramo

El páramo es un ecosistema de montaña que se desarrolla por encima del área del bosque y tiene su límite en las nieves el cual se caracteriza principalmente la vegetación y el suelo en donde han desarrollado gran potencialidad para interceptar y almacenar agua. (Villabona, 2018)

En el Ecuador el área cubierta por páramos es alrededor de 12.560 km², esto es aproximadamente el 5% del territorio nacional; ocupando la parte superior de las dos cordilleras Occidental y Oriental, constituyéndose en el país con la mayor extensión de páramo con respecto a su territorio nacional. (Recalde, 2015)

9.1.1. Características

El páramo consiste principalmente en formaciones glaciares, valles, planicies, lagos, turberas, bofedales, pastizales húmedos entremezclados con matorrales y parches forestales de baja saturación. La aislada y fragmentada ubicación de los páramos en los Andes genera una alta especiación, pues alberga cerca de 5000 especies de plantas, de las cuales 60% son endémicas.

El páramo posee un clima típico de alta montaña tropical debido a su localización cercana a la línea ecuatorial, la radiación promedio diaria y la variación de clima estacional permanecen prácticamente constantes a lo largo del año, tal es así que se han registrado incrementos de hasta 20°C. La variabilidad de la temperatura en el páramo se debe al gradiente altitudinal y la humedad del aire, ambos determinados por el clima local, en donde la humedad del aire además de cambiar con la pendiente, también lo hace con la variación de temperatura diaria. En estaciones con alta nubosidad la radiación solar total a nivel del suelo es baja durante el día, mientras que la alta humedad relativa en la noche reduce en gran medida la disminución de temperatura, debido a que evita la salida de radiación de onda larga desde el suelo. (Recalde, 2015)

9.2. Tipos de paramos

9.2.1. Páramo de pajonal

Es el más extenso, encontrado en todas las provincias del país, ocupando alrededor del 70% de la extensión del páramo en el Ecuador. Está cubierto por pajonal de varios géneros, matizados por manchas boscosas, arbustos de géneros como Valeriana, Chuquiragua, Arcytophyllum, Pernettya y Brachyotum, herbáceas y pequeñas zonas húmedas (pantanos) en sitios con drenaje insuficiente.

Este tipo de páramo se encuentra muchas veces con presencia de pastoreo y se puede especular que una buena extensión de los otros tipos de páramo (herbáceo, arbustivo, etc.) fueron reemplazados por pajonal, tras un proceso de pastoreo continuo. (Cárdenas, 2015)

9.2.2. Páramo herbáceo de almohadillas

El pajonal es reemplazado por plantas herbáceas formadoras de almohadillas que pueden llegar a cubrir prácticamente el 100% de la superficie. La vegetación se encuentra formando almohadillas duras, especialmente de los géneros Azorella, Werneria y Plantago. También se encuentran arbustos diseminados y otras herbáceas sin adaptaciones conspicuas como Lycopodium, Jamesonia, Gentiana, Gentianella, Satureja, Halenia, Lachemilla, Silene y Bartsia. (Cárdenas, 2015)

9.3. Beneficios de la conservación del paramo

9.3.1. Servicios ambientales

A pesar de la lejanía y el clima frío-húmedo, desde tiempos prehistóricos el páramo se ha visto influenciado por actividades humanas, actividades como el pastoreo extensivo de animales criados al aire libre, tala, quemas, prácticas agrícolas intensivas, sumado al crecimiento demográfico, el aumento de la degradación de los suelos en los valles más bajos, afectando así el funcionamiento del páramo e interfiriendo en el potencial de los servicios ambientales.

La Ley General del Ambiente menciona en su artículo 94° algunos ejemplos de servicios ambientales, en una lista abierta. El cual el parque nacional Antisana puede ofrecer distintos servicios ambientales cómo:

9.3.2. Servicios ecosistémicos de apoyo

El suelo de los páramos tiene alta fertilidad y es por esto que está estrechamente ligado con actividades agrícolas, que a pesar de las dificultades técnicas y de manejo, continúan ejecutándose. El ciclo de nutrientes, por otro lado, contribuye con la fijación de carbono en el suelo, y además constituye un factor de apoyo para la regulación hídrica y almacenamiento de carbono. (Recalde, 2015)

9.3.3. Protección del recurso hídrico

El aprovisionamiento de agua dulce es uno de los servicios más indispensables, el páramo provee a la población gran cantidad de este recurso, tal es así que la ciudad como Quito cubre hasta el 80% de su demanda con agua proveniente de este ecosistema.

9.3.4. Servicios de regulación

El páramo brinda un servicio de regulación de agua dulce y además regulación climatológica a nivel macro, meso y micro. A pesar de tener limitadas evidencias científicas, se dice que el páramo tiene incidencia en eventos como el fenómeno del niño, la prevención de la erosión y deslaves, gracias a su estructura porosa, la cual permite almacenar grandes cantidades de agua en él. (Recalde, 2015)

9.3.5. Belleza escénica

Sólo el 2.7% de la población identificó la belleza escénica del páramo lo cual es la característica básica para la recreación y el turismo como uno de los servicios ambientales de este ecosistema. Sin embargo, cuando se investigó sobre qué tipo de actividades realizaban las personas en la zona del páramo, se logró establecer que el 19.5% de la población va al páramo con el único fin de realizar actividades turísticas y recrearse. Este hecho demuestra que pocas personas reconocen la importancia de la calidad visual del páramo, que atrae al hombre a disfrutar de este ecosistema con fines de recreación y esparcimiento, pero a su vez son varias las personas que aprovechan este servicio ambiental. (Silva, 2007)

9.3.6. La protección de la biodiversidad

En el artículo 21 de la Ley para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad menciona los objetivos de conservación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas los cuales son:

- Conservar y utilizar sustentablemente la biodiversidad.
- Mantener las funciones ambientales y los procesos ecológicos.
- Proteger especies silvestres endémicas y amenazadas de extinción.
- Proteger recursos paisajísticos y formaciones geológicas o paleontológicas sobresalientes.
- Proteger las cuencas hidrográficas y los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos.
- Facilitar la investigación científica y el monitoreo ambiental.
- Contribuir a la educación ambiental de la población.

(Ley para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, 2015)

9.4. Suelo

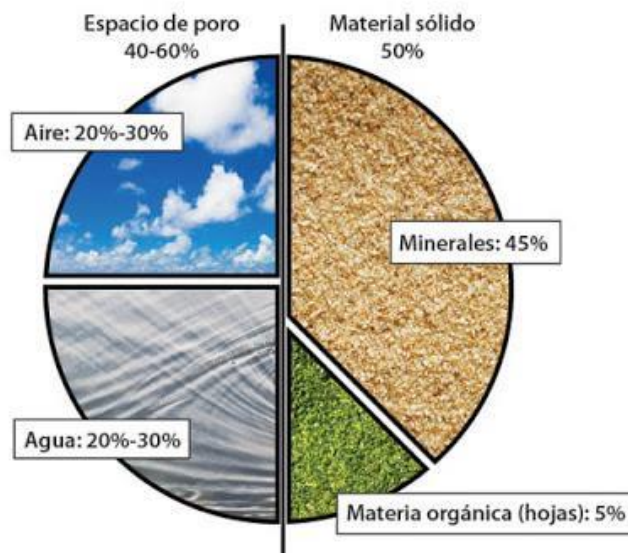
El suelo es un ente natural compuesto por una fase sólida (minerales, material parenteral y materia orgánica), una fase líquida (agua) y una fase gaseosa (aire) que ocupa la superficie de la litósfera y el cual se encuentra organizado en horizontes (capas) como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de materia y energía. (Instituto nacional de ecología y cambio climático, 2007)

9.4.1. Elementos básicos del suelo

El suelo consiste de cuatro componentes:

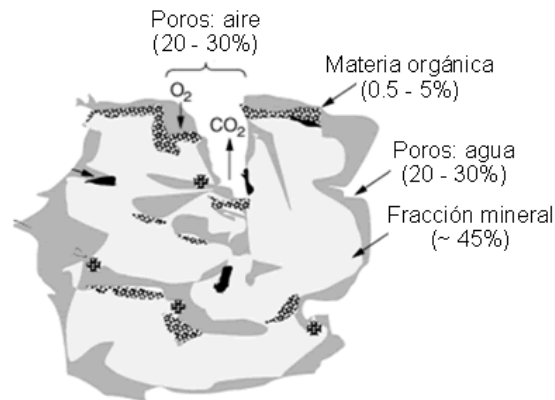
- Materia orgánica (5 %)
 - Agua (25 %)
 - Aire (25 %)
 - Partículas de suelo o material mineral (45 %); estas son de tres tipos: limo, arcilla y arena.
- (Instituto nacional de ecología y cambio climático, 2007)

Figura 1 Esquema general de las fracciones que componen un suelo



Fuente: Instituto nacional de ecología y cambio climático (2007)

Figura 2 Esquema general de las fracciones que componen un suelo



Fuente: Instituto nacional de ecología y cambio climático (2007)

9.4.2. Composición y propiedades del suelo

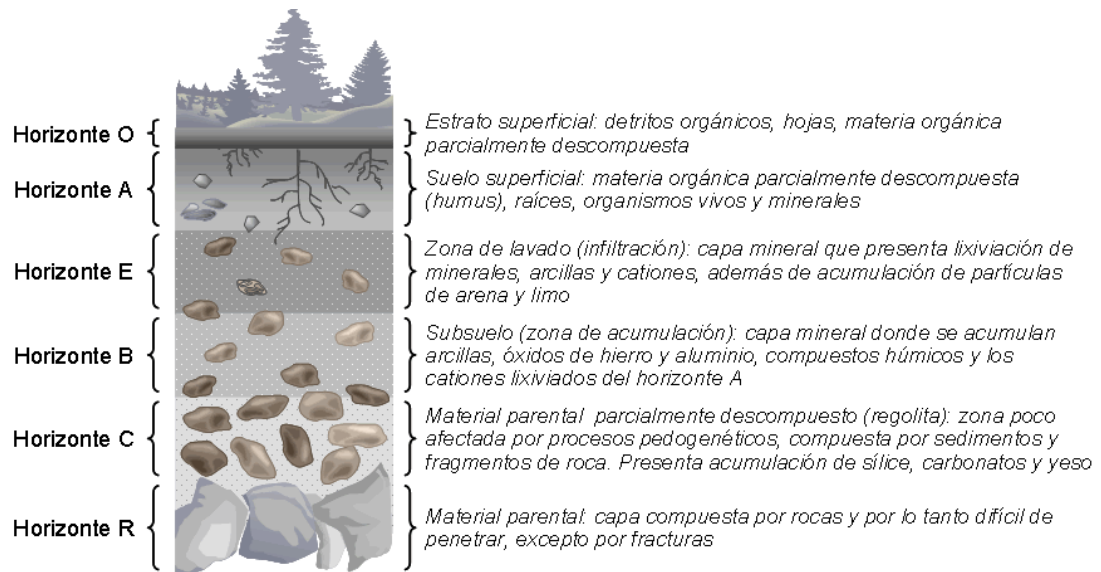
El suelo constituye un recurso natural de gran importancia que desempeña funciones en la superficie terrestre como reactor natural y hábitat de organismos, así como soporte de infraestructura y fuente de materiales no renovables, también constituye junto con el agua, el aire y la luz solar, el fundamento de la vida en los ecosistemas terrestres, alberga una gran diversidad de organismos y microorganismos y por sus características físicas, químicas y mecánicas, el suelo posee propiedades de soporte para el desarrollo de actividades forestales, recreativas y agropecuarias.

Los suelos se clasifican, en función a su tamaño de partícula, en cuatro principales componentes: arcilla (tamaño de partícula menor a 0.002 mm), limo (0.002-0.05 mm), arena (0.05-2 mm) y grava (partículas mayores a 2 mm). Las cantidades relativas de cada tipo de partícula mineral determinan la textura de un suelo y tienen un impacto directo sobre sus propiedades físicas, químicas.

Los componentes de los suelos maduros se encuentran dispuestos en una serie de zonas llamadas horizontes (figura). El arreglo de estos horizontes en un suelo se conoce como un perfil edáfico o perfil del suelo. Cada horizonte se caracteriza por tener diferentes propiedades como color, textura, estructura, espesor y composición (tipo de minerales y elementos químicos presentes), además de su consistencia y reacción. Todas estas propiedades son utilizadas para definir los tipos de horizontes, de los cuales se han identificado a la fecha seis, simbolizados con las letras mayúsculas O, A, E, B, C y R.

La mayoría de los suelos maduros posee, al menos, tres de los horizontes (A, B y C), pero suelos recientes o poco desarrollados pueden carecer de ellos. Algunos suelos tienen una capa orgánica (horizonte O) compuesta principalmente por hojas, desechos animales, hongos y otros materiales orgánicos parcialmente descompuestos. (Instituto nacional de ecología y cambio climático, 2007)

Figura 3 Perfil general de un suelo



Fuente: Instituto nacional de ecología y cambio climático (2007)

9.4.3. Funciones

El suelo brinda sustento a la vegetación, las propiedades del suelo lo hacen ideal para el desarrollo de las plantas, ya que en él éstas pueden encontrar elementos como agua, aire, nutrientes y minerales, a su vez les protege de contaminantes gracias a sus propiedades de regulación térmica, filtración y sistema de poros.

Regula el agua y aire tanto en cantidad como en calidad, los poros que se encuentran en el suelo son capaces de retener agua lluvia y almacenarla por periodos de sequía, a su vez estos poros son los responsables de la ventilación que se produce en el suelo, proporcionando oxígeno para la respiración de las plantas y microorganismos, eliminando también el CO₂ subproducto de la respiración. Se puede decir que el suelo es un gran filtro reactor, en él se filtran, transforman y amortiguan compuestos (entre ellos compuestos contaminantes) y por lo tanto influye positivamente en la calidad del agua. (Puga, 2022)

9.4.4. Cobertura vegetal

Es considerado como la superficie terrestre por la capa de vegetación, hace referencia a las diferentes formaciones vegetales que se pueden encontrar e identificar en determinadas zonas, tales como: páramo, pastizales, bosques naturales. Estas zonas en el transcurso de los años han sido intervenidas por actividades antrópicas debido a la necesidad de expansión agrícola, ganadera, y demográfica, que busca satisfacer las necesidades económicas, sociales y de desarrollo de las culturas locales. (Puga, 2022)

9.4.5. Conflicto de uso de suelo

El conflicto de uso de suelo o de tierra, es un fenómeno social complejo, el cual se genera a partir de múltiples grupos o partes interesadas, en donde se involucran a instituciones administrativas, corporaciones industriales o comerciales, residentes urbanos, pueblos indígenas, entre otros, lo que genera disputas de interés en el uso de suelo y conflictos de tierra. “el conflicto de uso de tierra es considerado endémico para el manejo de los recursos naturales, debido a la disponibilidad de recursos y a los beneficios de múltiples partes interesadas”. (Puga, 2022)

9.4.6. Cambio de uso de suelo

Son alteraciones antrópicas asociadas a modificaciones físicas del que pueden provocar la fragmentación de hábitat en los paisajes, modificando los patrones espaciales de la conectividad, densidad, y tamaño de las parcelas del ecosistema. Igualmente, estos cambios pueden causar perturbaciones en el sistema y provocar cambios ambientales globales. Generalmente, la forma del uso de suelo depende de la cobertura y ambos se consideran factores propulsores de cambio en los ecosistemas, debido a que la dinámica del uso de suelo y cobertura contribuyen a un sistema socio-ecológico adaptativo. (Puga, 2022)

9.4.6.1. pH

El valor del pH del suelo es la medida de la acidez o alcalinidad que afecta directamente la disponibilidad de nutrientes en el suelo. La escala del pH tiene un rango que va de 0 a 14, siendo el 7 el valor neutral. Los números menores a 7 indican acidez mientras que los números mayores a 7 indican alcalinidad. (Williamson, 2022)

9.4.6.2. Arsénico

“El arsénico es un elemento muy común en la atmosfera rocas y suelo, en la hidrosfera

y biosfera. Movilizado a través de una combinación de reacciones de procesos naturales como la meteorización, actividad biológica y emisiones volcánicas, así como procesos antropogénicos: actividad minera, uso de combustibles fósiles, pesticidas, aditivos de alimento, pigmentos entre otros. (Lagos, 2020)

9.5. Composición granulométrica

El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varía su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta de tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría. Tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de los tamaños de partículas en el suelo; hace referencia a la graduación del material. (Saquina, 2019)

Grava: Proviene de la fragmentación de roca, de un tamaño menor a 76.2 mm hasta el tamiz.

Arena Gruesa: Proviene ya sea de la desintegración de rocas o de la trituración artificial de las mismas, de un tamaño menor a 2 mm hasta el tamiz.

Arena Fina: De un tamaño menor a 0.425 mm hasta el tamiz

Limos y Arcillas: De tamaños menores al tamiz. (Saquina, 2019)

9.6. Densidad aparente

La densidad aparente es una relación entre la masa del suelo seco y el volumen aparente o real que ocupa éste (incluyendo los poros), generalmente se expresa en (g/cm³).

Es un parámetro que depende de otros como la textura, estructura, porosidad y contenido de materia orgánica, por lo tanto, constituye un indicador básico a tomarse en cuenta en una evaluación de la calidad del suelo, ya que variaciones en el mismo evidenciarían cambios en las demás propiedades antes mencionadas. Estos cambios pueden ser ocasionados por actividades antrópicas como la labranza, arado, compactación mecánica entre otras, o a su vez pueden ser atribuidos a factores naturales como erosión, crecimiento de especies vegetales, precipitaciones, etc. (Recalde, 2015)

El crecimiento de especies vegetales también está relacionado con la densidad aparente; trabajos realizados por Jones en 1983 demostraron que suelos con densidades aparentes elevadas limitan el crecimiento de raíces. El valor crítico de densidad aparente en el cual la raíz de la planta no puede desarrollarse, depende de la especie vegetal y del tipo de estructura del suelo. (Recalde, 2015)

9.7. Densidad real

La densidad real es una relación entre la masa del suelo seco y el volumen de las partículas sólidas del mismo, en otras palabras, la densidad real es la densidad promedio de las partículas sólidas del suelo. La densidad real varía dependiendo del tipo de partículas que se encuentran en el suelo.

La densidad real debe ser calculada mediante un picnómetro si el contenido de materia orgánica supera el 5 %, esto se lo hace determinando el peso de la muestra seca y el volumen de los sólidos mediante el principio de Arquímedes, para esto es necesario sumergir los sólidos en agua y determinar el volumen de desplazamiento, el volumen de agua desplazada corresponderá al volumen de los sólidos presentes en el suelo. (Recalde, 2015)

9.7.1. Humedad actual

Es la cantidad de agua (% de humedad) que el suelo contiene al momento de tomar la muestra. Este porcentaje de humedad puede ser expresado en términos gravimétricos y en términos volumétricos. (Recalde, 2015)

9.7.2. Humedad de saturación

Es la cantidad máxima de agua (% de humedad) que el suelo puede contener bajo condiciones determinadas de presión, compactación, porosidad y estructura; normalmente es cercano, pero menor a la porosidad total, ya que siempre existirán espacios con aire en el suelo. Al igual que la humedad actual, ésta puede ser expresada en términos gravimétricos y volumétricos, y las fórmulas anteriormente descritas son aplicables para determinar la humedad de saturación. (Recalde, 2015)

9.7.2.1. Porosidad

El suelo es un medio no consolidado en el cual se encuentran macroporos y microporos, la porosidad de un suelo es una relación porcentual entre el espacio ocupado por todos los poros y el volumen total del suelo, en otras palabras, la porosidad es el porcentaje del suelo que no se encuentra ocupado por sólidos.

La porosidad de un suelo condiciona el contenido de aire y agua que este puede tener, suelos con una mayor cantidad de macroporos (arenosos) tienen mayor macroporosidad que suelos con microporos (arcillosos), los macroporos están relacionados a una mayor velocidad de recarga y descarga de agua, mientras que los microporos, si bien demoran más en recargarse

de agua tras un evento de precipitación, la retienen con mayor fuerza y por periodos mayores de tiempo. (Recalde, 2015)

9.7.2.2. Textura

Para Recalde (2015) la textura del suelo hace referencia a la distribución porcentual que tienen las partículas minerales con un diámetro menor a 2 mm.

9.7.2.3. Color

El color del suelo es la impresión que causan sobre nuestros ojos, las distintas longitudes de onda de los rayos de luz absorbidos y reflejados por el suelo. El color que tiene el suelo dependerá de:

- El tipo de material parenteral.
- El tipo y cantidad de la materia orgánica.
- El color de los minerales presentes.
- El color del suelo puede ser un instrumento de caracterización general y rápida, ya que algunas propiedades del suelo pueden estar asociadas al color del mismo. (Recalde, 2015)

9.8. Degradación

9.8.1. Degradación del páramo

Aunque la importancia del páramo sea sumamente grande y abarque factores ecológicos, estéticos, económicos y otros, los páramos son ecosistemas frágiles y limitados, que están continuamente amenazados por actividades antrópicas. Las actividades humanas son tan intensivas y no siempre sustentables, por lo que la degradación es un proceso continuo e incontrolable, sumado los diversos efectos que los cambios ambientales ejercen en este ecosistema. Al paso del tiempo, las actividades del ser humano en el páramo han sido más diversas y de mayor impacto. (Cárdenas, 2015)

Uno de los peligros considerables, es el incremento de la población, factor que aumenta la presión sobre los recursos naturales con los que dispone el páramo; la plantación de especies arbóreas exóticas como los pinos, y otras actividades como turismo mal planificado, han generado una situación de creciente impacto y amenaza para el ecosistema. (Cárdenas, 2015)

9.8.2. Influencia de la ganadería

La ganadería, principalmente con reses es probablemente el uso de la tierra que más superficie ocupa en los páramos. Aparte de las áreas más antiguas, más húmedas y más protegidas, no hay páramo sin influencia de la ganadería, el pisoteo permanente del ganado sobre el suelo genera erosión laminar. (Cárdenas, 2015)

9.9. Restauración de suelos

La restauración ecológica es una actividad intencional en la cual se aplican técnicas y estrategias planificadas para iniciar o acelerar asistidamente la recuperación o sucesión natural de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies de un ecosistema degradado, transformado, dañado o destruido parcial o totalmente por causas naturales o antrópicas. (Recalde, 2015)

9.9.1. Importancia

La importancia de la restauración sea con fines de investigación o desarrollo, radica en los beneficios sociales derivados de la mejoría de las condiciones ambientales de la recuperación de servicios ecosistémicos y de la capacidad productiva de los sitios restaurados; este tipo de restauración conduce a mejoras de suministro y calidad de los servicios ecosistémicos perceptibles a corto plazo a nivel local.

En el estudio de la recuperación de un ecosistema es importante contar con información de su trayectoria , ya que por medio de esta se conoce el desarrollo a través del tiempo, desde el ecosistema no restaurado, los usos de suelo en el presente y pasado, hasta el estado deseado en el que se expresan las metas de la restauración, para esto es necesario monitorear parámetros como la composición y riqueza de especies, estructura de la comunidad vegetal, funciones ecosistémicas. (Recalde, 2015)

Plan de restauración ecológica del ecosistema páramo éste se compone de:

- ✓ Caracterización de las áreas, selección del escenario de referencia y definición de la situación actual del área a restaurar.
- ✓ Caracterización de levantamientos, limitantes y factores de tensión de las áreas a restaurar.
- ✓ Garantizar la participación de los actores sociales (dependiendo de las características del páramo a restaurar).
- ✓ Plantear los objetivos y metas de la restauración.

- ✓ Selección de los sitios potenciales a ser restaurados.

(Recalde, 2015)

9.9.2. Técnicas de restauración

Se entiende por técnicas de restauración a los procesos que se aplican a materiales contaminados para alterar su estado en forma permanente por medios químicos, físicos o biológicos. El objetivo de estos tratamientos es que los materiales contaminados sean sometidos a dichos procesos para que se disminuya o elimine su peligrosidad.

9.9.3. Biorremediación

La biorremediación es una técnica para limpiar suelos contaminados de una forma muy práctica ya que se usan a los mismos microorganismos que viven en el suelo y el subsuelo. Hay que recordar que al principio se dijo que el suelo y el subsuelo están constituidos por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y microorganismos.

Una vez que se conocen las características de la contaminación y del suelo, y se concluye que puede aplicarse la biorremediación, entonces se tiene que decidir si la biorremediación se va a aplicar en el mismo sitio donde el suelo está contaminado. Esto se llama biorremediación in situ.

La biorremediación in situ consiste estimular en el suelo contaminado mediante la aplicación de nutrientes. Este es un sistema muy similar en los cuales se agregan nutrientes y aire al desecho orgánico para facilitar la biodegradación. En este caso el biorreactor es el suelo; aunque no puede existir el mismo control en un reactor de aguas residuales que en el suelo, porque las muestras de suelo no son homogéneas como las de agua.

Los requisitos para que la biorremediación in situ sea factible son los siguientes:

- El subsuelo debe ser suficientemente permeable para permitir que la solución con los nutrientes llegue adecuadamente.
- La concentración del sustrato debe ser mayor que la concentración de sustrato mínimo para el crecimiento. Si la concentración del contaminante no es suficiente se requiere un segundo sustrato.

(Iturbe, 2010)

9.9.4. Aditivos para la recuperación de suelos

9.9.4.1. Zeolita

La zeolita es muy utilizada porque actúa como una esponja que recubre a los fertilizantes y absorbe todos los nutrientes que están expuestos a pérdidas como compactación, lixiviación, volatilización y amonificación; además mejora el aprovechamiento de los cultivos y evita asimismo los problemas por contaminación de suelo. (Suin, 2014)

9.9.4.2. Cascarilla de arroz

Es un sustrato orgánico, de baja tasa de descomposición dado su alto contenido de silicio. Se presenta como un sustrato liviano, de buen drenaje, buena aireación; pero presenta un problema para su humedecimiento inicial y para conservar la humedad homogéneamente.

La cascarilla seca constituye un sustrato excepcionalmente liviano, de textura granular, constituida en un 90% por estructura de sílice (SiO_2), este elemento contribuye a dar a la cascarilla algunas de sus mejores propiedades. Como sustrato en condiciones continuamente de humedad y saturado de solución nutriente tarda de dos a tres años en perder su contextura física. (Telenchana, 2018)

9.10. Acuerdo ministerial 097^a

Esta norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, se somete a las disposiciones contenidas en esos instrumentos y es de aplicación obligatoria por parte de toda persona natural o jurídica, pública o privada, que desarrolle actividades que tengan potencial de afectación a la calidad ambiental del suelo en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina:

- Los objetivos y parámetros de calidad ambiental del suelo a ser considerados para diferentes usos de este recurso.
- El procedimiento para determinar los valores iniciales de referencia respecto a la calidad ambiental del suelo.
- Los límites permisibles de contaminantes en función del uso del suelo, en relación con un valor inicial de referencia.

- Los métodos y procedimientos para la determinación de los parámetros de calidad ambiental del suelo.
- Los métodos y procedimientos para la Remediación de suelos contaminados.
(Tapia, 2015)

HIPOTESIS

Aplicando las estrategias de remediación mejora la calidad de suelo.

Nula

Aplicando las estrategias de remediación no mejora la calidad de suelo.

Alternativa

Aplicando las estrategias de remediación mejora la calidad de suelo.

10. METODOLÓGIA DE LA INVESTIGACION

Modalidad de investigación. -

Campo

La investigación de campo se lleva a cabo con la finalidad de dar respuesta a algún problema planteado previamente, extrayendo datos e informaciones a través del uso de técnicas específicas de recolección, como entrevistas, encuestas o cuestionarios.

La investigación se basó en realizar varias visitas de campo para la recopilación de información, el uso histórico del suelo y la georreferenciación y selección del área de investigación.

Recopilación de información

Guardaparques del Parque Nacional Antisana fueron quienes aportaron con la información necesaria para la selección de la zona de estudio, siendo guías y principal fuente de apoyo en todas las actividades de campo realizadas.

Uso histórico del suelo

Se realizó entrevistas a los guardaparques sobre actividades antropogénicas en el sector del área de estudio, en donde mencionaron que años atrás fue un sector utilizado por actividades de sobrepastoreo con ganado bravo afectando y provocando el desgaste de la cubierta vegetal de los suelos.

Georreferenciación, selección de áreas y puntos de muestreo

Para la identificación de las zonas de estudio se utilizó el dispositivo GPS Garmin Etrex, mediante una serie de visitas se realizó la georreferenciación de la zona de páramo. Las coordenadas fueron transferidas a una hoja de cálculo de Microsoft Excel, además de ser importadas al programa arGis creando así un archivo shape para la elaboración del mapa de área.

Una vez georreferenciada la zona y determinando las áreas de muestreo en donde se seleccionó tres parcelas de la zona San Simón, las mismas que fueron señaladas con una medida de 2mx 2m y separadas a una distancia aproximada de 100 m cada una, en cada parcela se tomó muestras para ser destinadas a un análisis físico-químico, las variables fueron determinadas por los Laboratorios agencia de regulación y control Fito y zoonosanitario (Agrocalidad) y seidlaboratory.

Documentación bibliográfica

Según Hernández y otros (2014), afirma que esta modalidad está orientada a resolver una situación o problema y obtener conocimientos mediante la recopilación, análisis e interpretación de información obtenida exclusivamente de fuentes documentales.

La investigación se respaldó en la revisión bibliográfica encontrada en departamento de archivos del parque nacional Antisana, repositorios digitales, revistas científicas y normativas respectivas para la elaboración de la fundamentación teórica y discusión de resultados.

La bibliografía científica digital y documentos científicos fueron buscados en bases de datos digitales de repositorios de instituciones de educación superior, revistas científicas y documentos científicos gubernamentales, que permitieron realizar comparaciones con la información que se obtuvo de la aplicación de tecnologías.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Cualitativo

Es un tipo de investigación que recoge y trabaja con datos no numéricos y busca interpretar el significado de estos datos que ayudan a comprender la vida social a través del estudio.

El proceso de la investigación cualitativa fue desarrollado a través de cuatro fases:

Preparatoria

Reflexiva: Un tema de investigación siempre se elige por alguna razón, por algún motivo.

En este caso el tema y el lugar de estudio fue elegido al realizar las practicas preprofesionales dentro del parque nacional Antisana, en donde pudimos evidenciar que existen zonas con degradación de su cobertura vegetal, mediante recorridos que realizábamos; y que no han recibido algún tipo de tratamiento, es por ello que sentimos la necesidad de realizar un estudio del análisis de suelo con el fin de poder recuperar y regenerar su pajonal y plantas.

Diseño: En este sentido el diseño de la investigación suele estructurarse a partir de cuestiones como éstas:

¿Qué diseño resultará más adecuado?

¿Qué o quién va a ser estudiado?

¿Qué método de indagación se va a utilizar?

¿Qué técnicas de investigación se utilizarán para recoger y analizar los datos?

¿Desde qué perspectiva, o marco conceptual, van a elaborarse las conclusiones de la investigación?

Trabajo de campo

Acceso al campo: tener la posibilidad de permisos para ingresar a obtener toda la información necesaria.

Recogida productiva de datos: proceso de recogida de aquellos datos que realmente interesan al desarrollo de la investigación, de tal forma que se evite la recogida de informaciones innecesarias.

Analítica

El análisis de los datos obtenidos enviados al laboratorio.

Informativa

Finalmente se presenta el proyecto de investigación.

Descriptivo

Es la descripción, registro, análisis e interpretación, mediante análisis. En esta investigación se ven y se analizan las características y propiedades para que con un poco de criterio se las pueda clasificar, agrupar o sintetizar, para luego poder profundizar más en el tema. En la investigación descriptiva se trabaja sobre la realidad de los hechos y su correcta interpretación. La investigación descriptiva en la investigación ayudó a analizar e interpretar los datos obtenidos.

TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN

Observación directa

La observación directa se refiere al método que describe la situación en la que el observador es físicamente presentado y personalmente éste maneja lo que sucede (Cerda, 1991).

Durante la investigación se utilizó esta técnica para evaluar mediante la observación directa los procesos que se realizan en cada una de las dependencias.

Experimental

Se utilizó el Diseño de parcelas al Azar, con 2 tratamientos en diferentes porcentajes.

METODOLOGIA SEGÚN LOS OBJETIVOS

Primer objetivo

Describir la caracterización biofísica del estado de la zona bajo información básica proporcionada por guardaparques para consolidar causas y efectos en el estudio de la zona.

Metodología

- Utilización del plan de manejo ambiental.
- Entrevista al señor Luis Yupa guardaparque del parque nacional Antisana para acceder a la información.

Segundo objetivo

Determinar la condición ambiental del suelo actual mediante análisis físico-químico para establecer insumos en el constructo de estrategias de remediación.

Metodología

- Plan de muestreo

Se realizó en el páramo del parque nacional Antisana en la zona San Simón las mismas que fueron tomadas en el mes de junio.

La metodología utilizada fue a base de recomendaciones proporcionadas por el laboratorio agencia de regulación y control Fito zoosanitario (Agrocalidad).

Fase de laboratorio

Una vez tomadas las muestras, fueron trasladadas a los laboratorios agencia de regulación y control Fito zoosanitario (Agrocalidad) y seidlaboratory para sus respectivos análisis físico-químicos.

Los parámetros a analizarse fueron:

PH, Materia orgánica, Humedad, Densidad aparente, Densidad real, Composición granulométrica, Arsénico

Tercer objetivo

Aplicar estrategias de remediación mediante uso de tecnología adecuada para mitigar la degradación del suelo y mejorar su calidad.

Metodología

- Prueba de infiltración

Dentro de las parcelas se realizó la prueba de infiltración del agua en la superficie de la tierra por el método de Porchet, también es conocido como método o ensayo de nivel constante, mide la velocidad con la que el agua es infiltrada en un agujero. Al alcanzar la saturación del terreno cercano al pozo, la velocidad de infiltración en el suelo será casi constante, bajo estas condiciones, pero con un consumo de agua mayor, tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de implementar; este método es el menos costoso.

- Tratamientos

Zeolita: Mejora sus propiedades físicas-químicas aumentando su capacidad de intercambio catiónico el cual facilita una mayor estabilidad de los contenidos de materia orgánica del suelo. Aumenta la retención de nutrientes, mejora considerablemente la nivelación del terreno, controla la acidez del suelo, aumenta la resistencia a la compactación del suelo. Mejoran la nitrificación en el suelo.

Cascarilla de arroz: Mejora las características físicas del suelo facilitando la aireación, absorción de humedad y el filtraje de nutrientes. El tratamiento fue realizado en distintos porcentajes:

Tabla 3*Porcentajes mezclados en las parcelas*

	Zeolita%	Cascarilla arroz%	de suelo	Total
Parcela 1	30	20	50	100%
Parcela 2	20	30	50	100%
Parcela 3	20	20	60	100%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

- Trasplante de paja

Se trasplantó paja en toda la parcela con el fin de recuperar la cobertura vegetal.

DISEÑO METODOLÓGICO

10.3.1. materiales y métodos

En la presente investigación se utilizó diferentes materiales y equipos, de oficina y de campo (Tabla 4), que sirvieron como apoyo para la aplicación de la metodología.

Tabla 4*Materiales, equipos, insumos y herramientas*

Materiales	Equipos	Insumos e herramientas
<ul style="list-style-type: none"> • Estacas de madera de 70cm • Fundas plásticas para muestreo. • Libreta de campo • Rótulos • Software ArcGIS 10.1 • Materiales de escritorio 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexómetro o metro de 50 m • Computador • Navegador GPS • Cámara fotográfica • Balanza de campo 	<ul style="list-style-type: none"> • Zeolita • Cascarilla de arroz • Agua • paja • Grava o ripio • Palas • Azadón de acero

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el parque nacional Antisana específicamente en la zona de San Simón. El predio San Simón se encuentra ubicado bajo el nevado Antisana con un área de 3500 ha.

Figura 4 Área de estudio San Simón



Fuente: *Salazar y Vilatuña, 2022*

Diagnóstico del estado de San Simón

El predio San Simón perteneciente al Parque Nacional Antisana, fue sometido a prácticas intensivas de ganadería durante años atrás, zonas que eran consideradas propiedades privadas. Durante todo este periodo existió afectación al ecosistema producto de la actividad de sobrepastoreo, en el caso del predio San Simón, existía evidencia de que era una zona utilizada como dormideros de ganado bravo en donde causaron degradaciones provocando destrucción del suelo y pajonales, guardaparques del lugar han intentado eliminar el ganado, pero sin embargo todavía existen pequeñas manadas, lo que impide que el suelo tenga una restauración natural.

Descripción de las parcelas

Dentro de la zona San Simón se implementó tres parcelas las mismas que fueron seleccionadas con la ayuda de información proporcionada por los guardaparques dándonos lugares específicos donde existía mayor grado de degradación causadas por la actividad de sobrepastoreo con ganado bravo, para así poder evaluar y darle el correspondiente tratamiento para la debida recuperación de la cobertura vegetal.

Parcela N. 1

Altura de 4219 msnm.

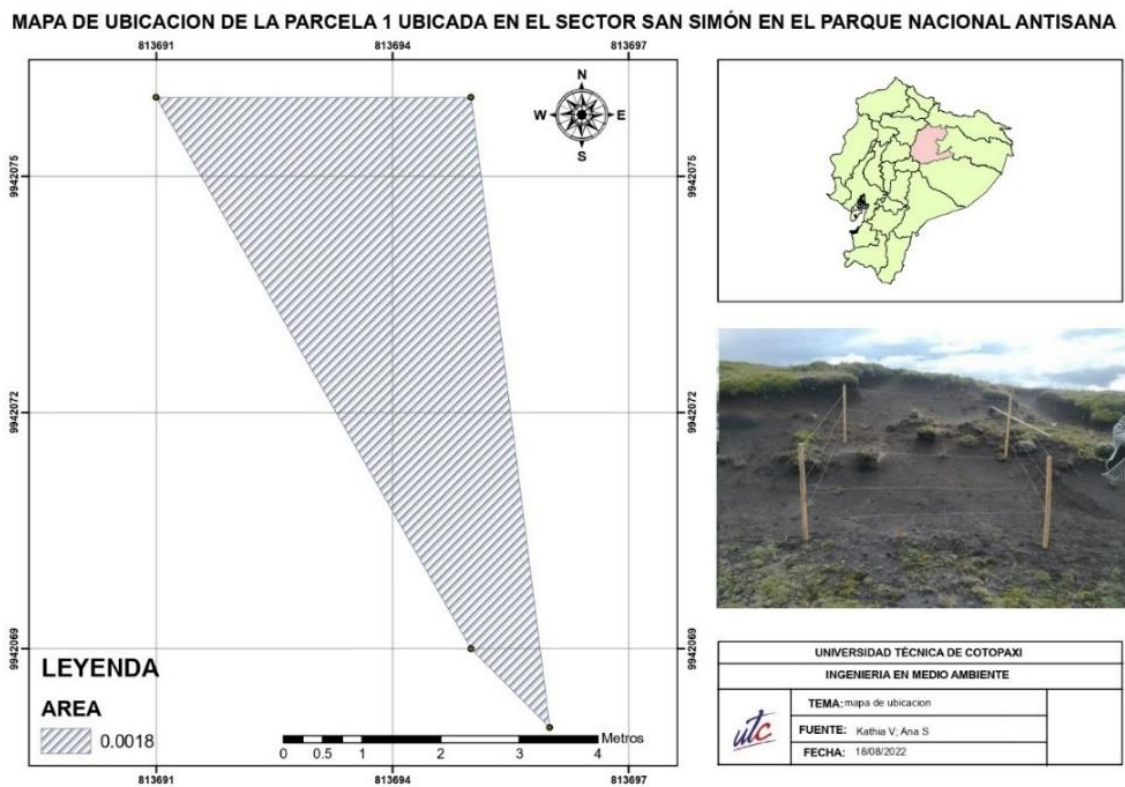
Tabla 5

Coordenadas de parcela número 1

x	y
813696	9942068
813695	9942069
813695	9942076
813691	9942070

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 5 Mapa de ubicación de la parcela 1



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N° 2

Altura de 4178msnm.

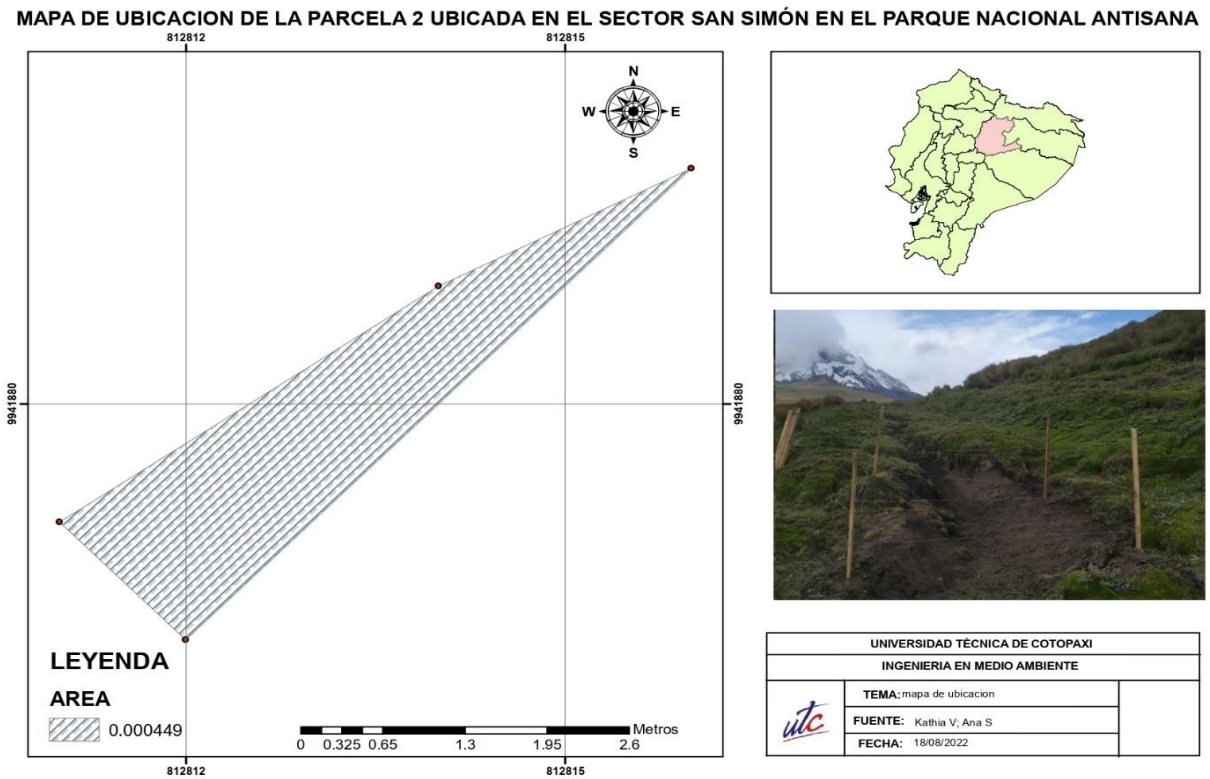
Tabla 6

Coordenadas de la parcela número 2

x	y
812816	9941882
812812	9941878
812811	9941879
812814	9941881

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 6 Mapa de ubicación de la parcela 2



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N° 3

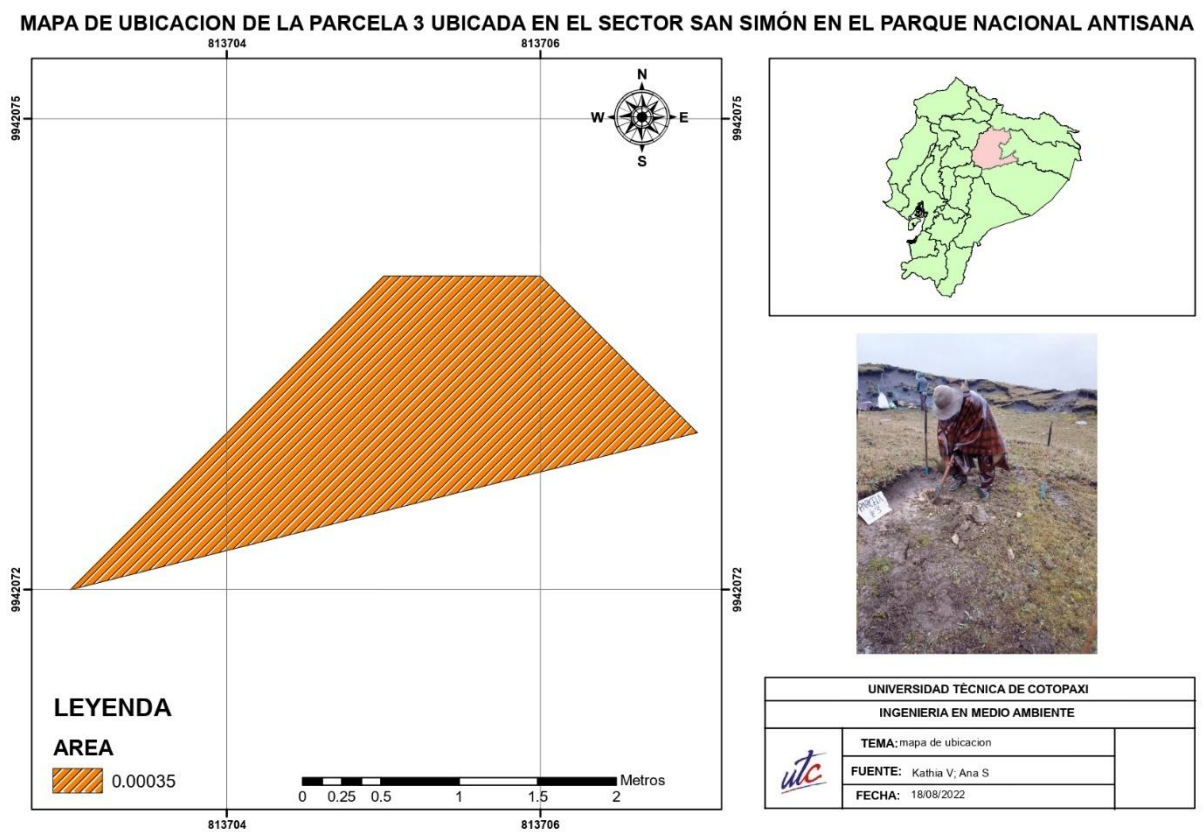
Altura de 4217 msnm.

Tabla 7 Puntos parcela número 3

x	y
813706	9942074
813707	9942073
813705	9942074
813703	9942072

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 7 Mapa de ubicación de la parcela 3



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Toma de muestras

El muestreo de suelo se realizó en el páramo del Parque Nacional Antisana en la zona San Simón, las mismas que fueron tomadas en el mes de junio en base a recomendaciones proporcionadas por el laboratorio Agencia de Regulación y Control fitosanitario (Agrocalidad) para su respectivo análisis físico-químico.

Descripción del muestreo de suelos para cada uno de las parcelas (Ver anexos 1,2,3,4,5):

- Se seleccionó determinadas áreas como base para la toma de muestras de suelo.
- Se identificó puntos de muestreo en donde se evidencio degradación de cobertura vegetal.
- Se limpió la superficie del terreno y posteriormente se colocó la muestra en una funda ziploc.
- Luego de haber tomado todas las muestras se procedió a etiquetar cada una de las fundas identificadas por parcelas.
- Posterior a esto las muestras fueron enviadas a un laboratorio colocadas en una hilera cooler para su respectiva conservación.

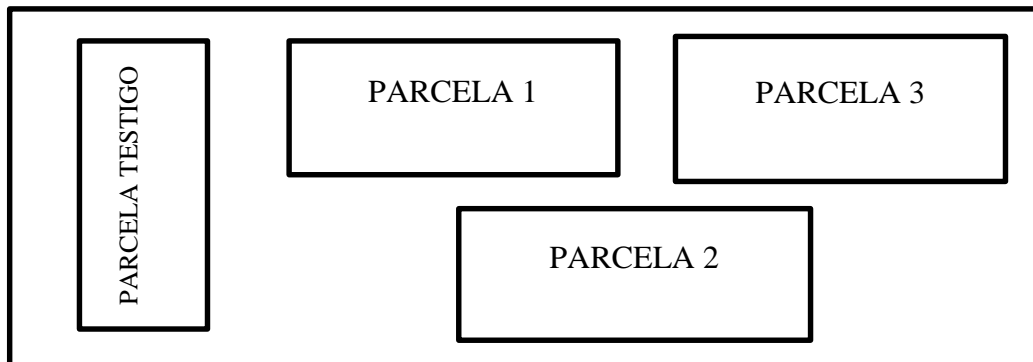
Diseño experimental

Se realizo visitas de campo con la finalidad de tener un enfoque generalizado del área de estudio, evidenciando las condiciones físicas y geográficas del suelo; para planificar el muestreo y los análisis de laboratorio. En el desarrollo del trabajo de campo se utilizó el método descriptivo para determinar objetivamente las características de la zona en estudio. En el análisis de laboratorio se determinan las variables de pH, materia orgánica, humedad, densidad aparente, densidad real, arsénico, composición granulométrica; con el fin de ser comparadas durante la investigación antes y después del tratamiento para su restauración.

Para determinar las parcelas piloto en la zona San Simón cuya área es de 3500 ha se procedió a marcar utilizando estacas y alambre hechas a una medida de 2x2 y separadas a una distancia aproximada de 100m cada una, en las que se aplicara los tratamientos con la mezcla de aditivos.

Para su remediación se trasplantó paja en las parcelas degradadas con el fin de recuperar la vegetación que se vio perdida por la actividad del sobrepastoreo. **Anexos (9,10,11)**

Aproximadamente un mes después de la aplicación del tratamiento se vuelve a realizar el muestreo de suelo de cada una de las parcelas, para ser enviadas a realizar el análisis físico químico inicialmente hechos. Con la finalidad de verificar un antes y un después del tratamiento en cada parcela.

Figura 8 Croquis de las parcelas

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tratamientos

Tabla 8

Tratamientos utilizados en el estudio

Tratamiento	Codificación	Descripción	P1	P2	P3
1	T1	ZEOLITA +CASCARILLA DE ARROZ	30%Z- 20%CA	20%Z- 30%CA	20%Z- 20%CA

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Manejo del tratamiento

Se realizó en cada parcela una mezcla de zeolita y cascarilla de arroz, siendo aditivos que regulan y ayudan a reducir la lixiviación, mejoran la calidad del suelo y ayudan a mantener los nutrientes por más tiempo, corrigiendo así los suelos deteriorados.

15.2. Materiales utilizados en cada parcela

- Pala
- azada
- Zeolita
- Cascarilla de arroz

15.3. Procedimientos repetidos en cada parcela

1. Remover el suelo.
2. Realizar una mezcla de zeolita, cascarilla de arroz y suelo.

3. Finalmente la mezcla es esparcida y removida en toda la parcela.

Parcela N.º 1

Dentro de la parcela se mezcló las distintas cantidades de zeolita, cascarilla de arroz y suelo con un total del 100%, para luego ser esparcidos dentro de toda la parcela. **(Ver anexo 6)**

Tabla 9

Valores mezclados en la parcela

Zeolita	30%
Cascarilla de arroz	20%
Suelo	50%
Total	100%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N.º 2

Dentro de la parcela se mezcló las distintas cantidades de zeolita, cascarilla de arroz y suelo con un total del 100%, para luego ser esparcidos dentro de toda la parcela. **(Ver anexo 7)**

Tabla 10

Valores mezclados en la parcela

zeolita	20%
Cascarilla de arroz	30%
suelo	50%
total	100%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N.º 3

Dentro de la parcela se mezcló las distintas cantidades de zeolita, cascarilla de arroz y suelo con un total del 100%, para luego ser esparcidos dentro de toda la parcela. **(Ver anexo 8)**

Tabla 11*Valores mezclados en la parcela*

Zeolita	20%
Cascarilla de arroz	20%
Suelo	60%
Total	100%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

PRUEBA DE CHI CUADRADO

Esta prueba sirve para someter a prueba las hipótesis referidas a distribuciones de frecuencias, la prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula.

Utiliza una aproximación a la distribución de Chi cuadrado, para evaluar la probabilidad de una discrepancia igual o mayor que la que exista entre los datos. Esta prueba fue realizada con fórmulas utilizando el Microsoft Excel de parámetros específicos como pH, materia orgánica, humedad, densidad aparente y densidad real.

El procedimiento general para una prueba de chi-cuadrado es el siguiente:

- a) Indique las hipótesis nula y alternativa.
- b) Seleccione el nivel de significancia, α .
- c) Calcule la estadística de prueba (la estadística de chi-cuadrado, χ^2 , para el valor observado).
- d) Determine la región crítica para el nivel de significancia seleccionado y los grados de libertad apropiados.
- e) Compare la estadística de prueba con el valor crítico y rechace o deje de rechazar la hipótesis nula según el resultado.

17. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se detalla la información general y específica del sitio en base a los objetivos planteados.

Objetivo 1

17.1. Caracterización biofísica

17.1.1. Descripción del lugar de Estudio

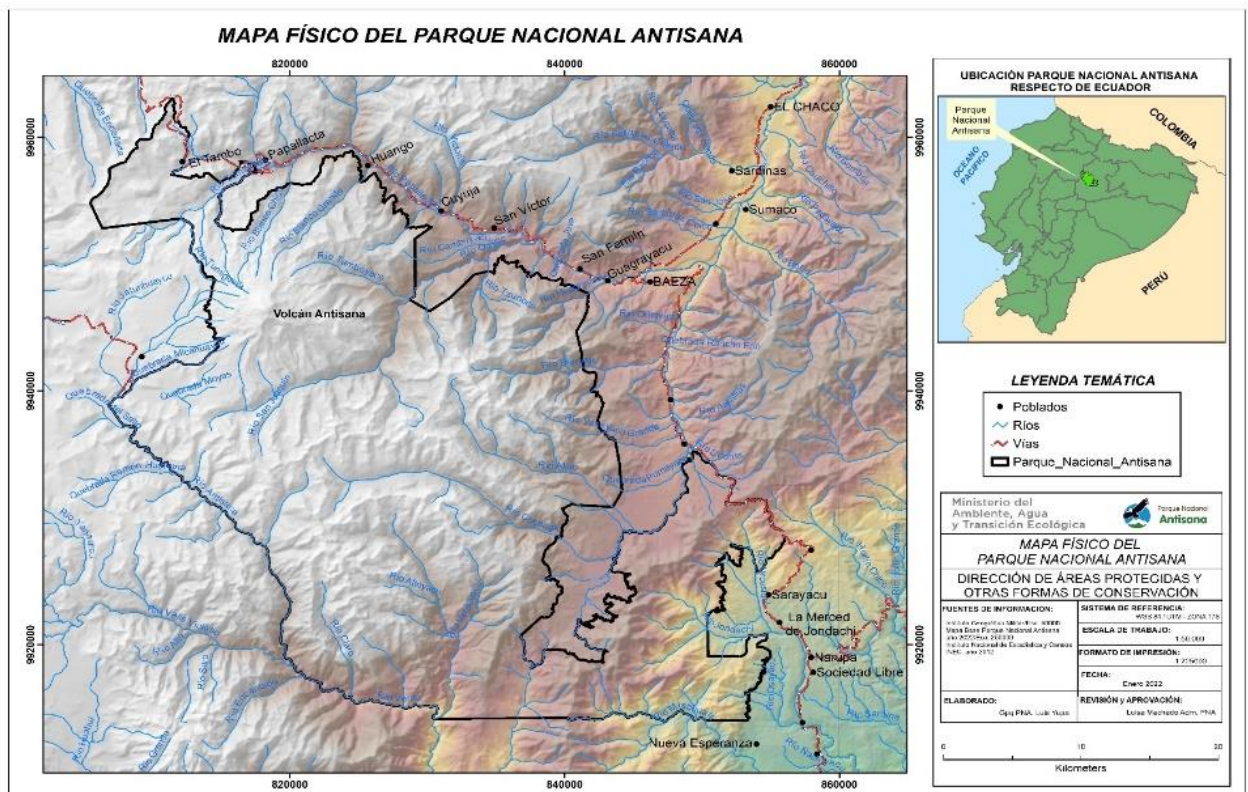
El estudio del trabajo de investigación fue realizado en el parque nacional Antisana zona San Simón el cual posee bosques nublados y bosque tropicales con una alta diversidad biológica e importante reserva hidrológica en donde la vegetación está formada por pajonales, plantas rastreras, almohadillas, zonas arbustivas y algunos remanentes de bosques andinos.

17.1.2. Ubicación

a) División Política

De acuerdo a la división política administrativa del Ecuador, el PNA se encuentra ubicada en la Provincia del Napo e incluye las parroquias de Papallacta, Cuyuja, Baeza, Cosanga (cantón Quijos) y la de Cotundo (Cantón Archidona).

Figura 9 División política de la PNA



Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

b) Coordenadas Geográficas

El PNA y su zona de influencia está situada en la sierra central y estribaciones orientales de la Cordillera Real de Los Andes, dominada por uno de los volcanes más importantes de los Andes Ecuatorianos, el Antisana (5.758 msnm), del cual toma el nombre.

El PNA Y su área de influencia, están circunscritas dentro de las siguientes coordenadas geográficas.

>- 77° 45' a 78° 23' de longitud oeste

>- 00° 17' a 00° 49' de latitud sur

c) Límites

Tabla 12

Límites del parque nacional Antisana

UBICACIÓN	LIMITE
NORTE	Parroquia Pifo (Cantón Quito, Provincia de Pichincha) y la Parroquia de Papallacta (Cantón Quijos, Provincia de Napo)
SUR	Parroquias de Archidona y Cotundo (Cantón Archidona, Provincia de Napo)
ESTE	Parroquias de Cuyuja, Baeza y Cosanga (Cantón Quijos) y la Parroquia de Cotundo (Cantón Archidona), las cuales se ubican en la Provincia de Napo
OESTE	parroquia de Pintag (Cantón Quito, Provincia de Pichincha), Parroquia de Archidona (Cantón Archidona, Provincia de Napo)

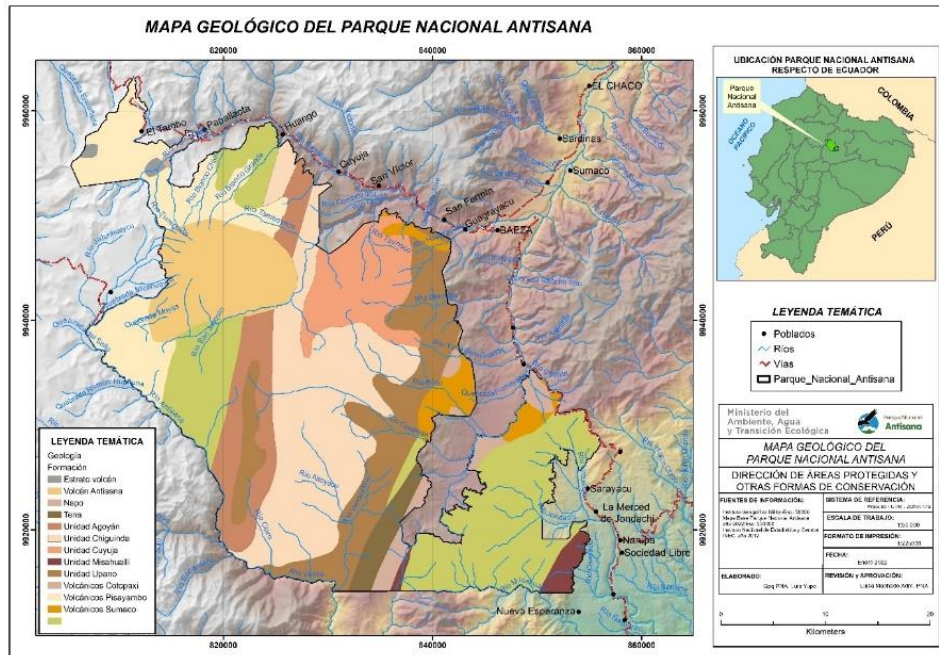
Fuente: *Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana*

17.2. Características físicas

17.2.1. Geología

El último inventario de glaciares realizado en el Ecuador sitúa al macizo glaciar del volcán Antisana como el más extenso del país, con una superficie de 11.9 km², la cobertura glaciar del flanco Oeste del Antisana inicia aproximadamente en la cota de 4850 msnm hasta 5750 msnm.

Figura 10 Geología del parque nacional Antisana

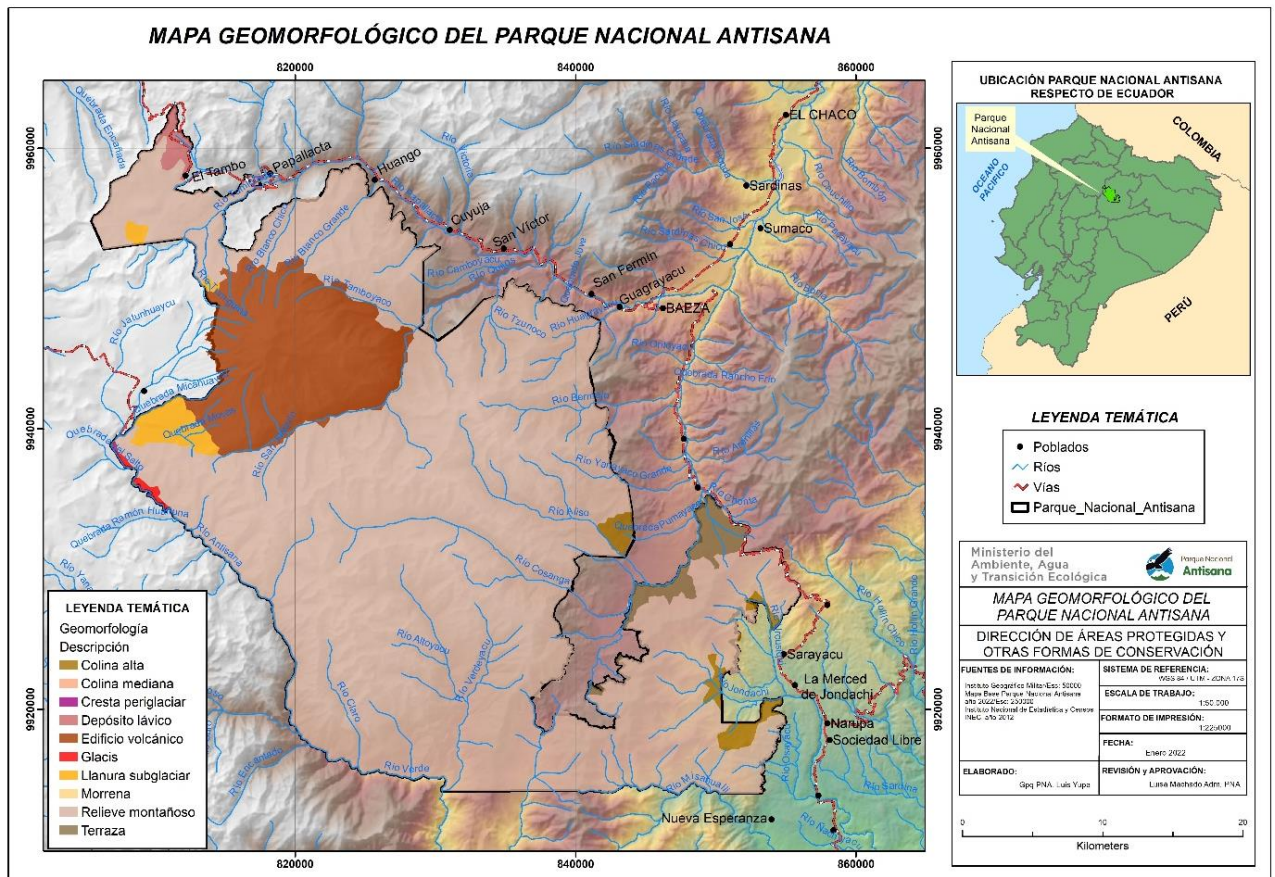


Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.2.2. Geomorfología

La geomorfología predominante del área protegida, son las vertientes irregulares, las cuales se presentan principalmente hacia el lado oriental del área, y se caracterizan por sus fuertes desniveles y áreas disectadas, que prácticamente constituyen los flancos externos de la cordillera oriental, la cual tiene un modelamiento principalmente glaciar, donde se encuentran formas propias del lugar como valles glaciares, circos glaciares y relieves montañosos.

Figura 11 Geomorfología del parque nacional Antisana

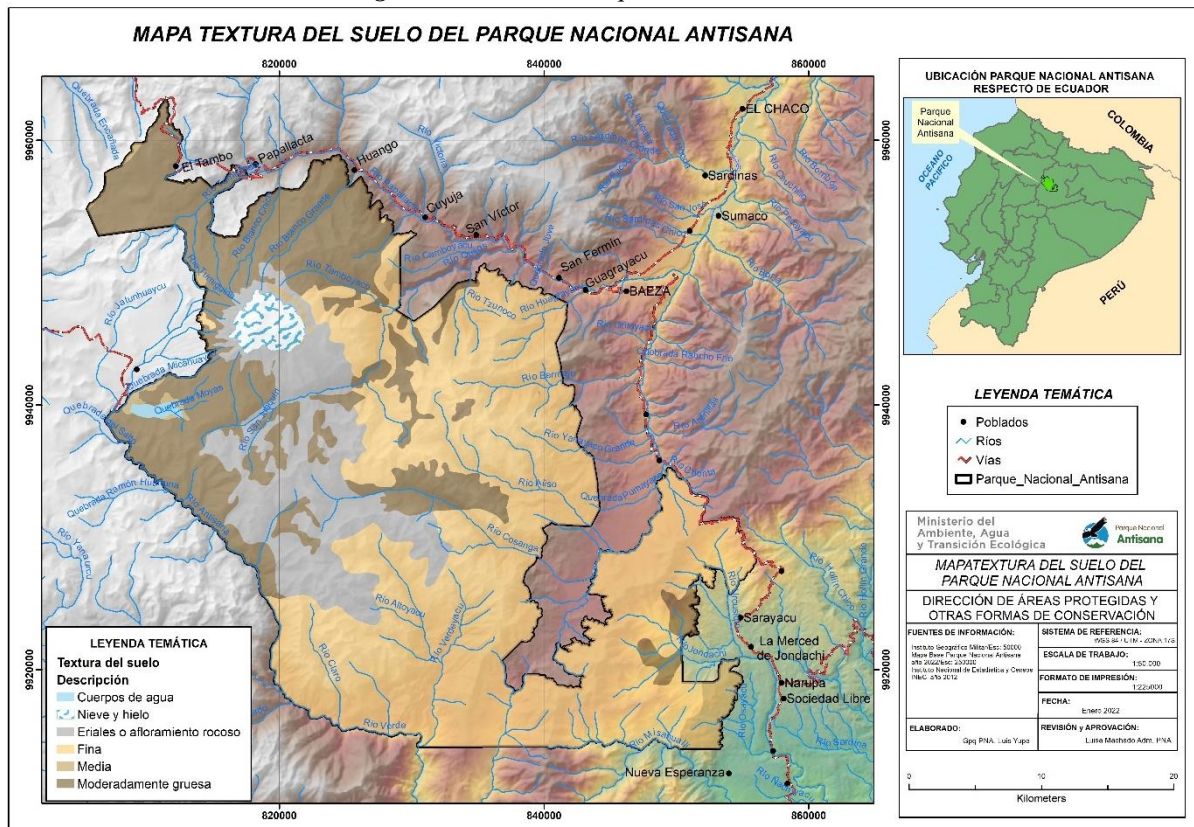


Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.2.3. Suelos

A pesar de la geología compleja y la topografía, los suelos son homogéneos, presentan horizontes poco diferenciados y ricos en molibdeno (Mo) que les brinda el color negro. Son suelos jóvenes denominados Andosoles. La capa superficial del suelo se halla compactada por pisoteo del ganado, lo que representa una alta densidad aparente, disminución de la macro y microporosidad. La disminución de los macro poros ha alcanzado valores de hasta el 20% (PRAA, 2013). Sin embargo, la densidad aparente no es tan alta como en otras zonas más degradadas por lo que existe aún una alta retención de agua en el suelo. Los suelos poseen alto contenido de limos y son muy porosos. La textura de los suelos en el área protegida, tiene una distribución muy clara hacia el lado occidental y hacia el lado oriental del volcán Antisana, por el lado este del volcán se puede ver que se concentra principalmente una textura moderadamente gruesa. En el lado oeste predominan las texturas finas, teniendo una principal influencia en todo el sector que hacia la vertiente oriental del área protegida.

Figura 12 Suelo del Parque Nacional Antisana

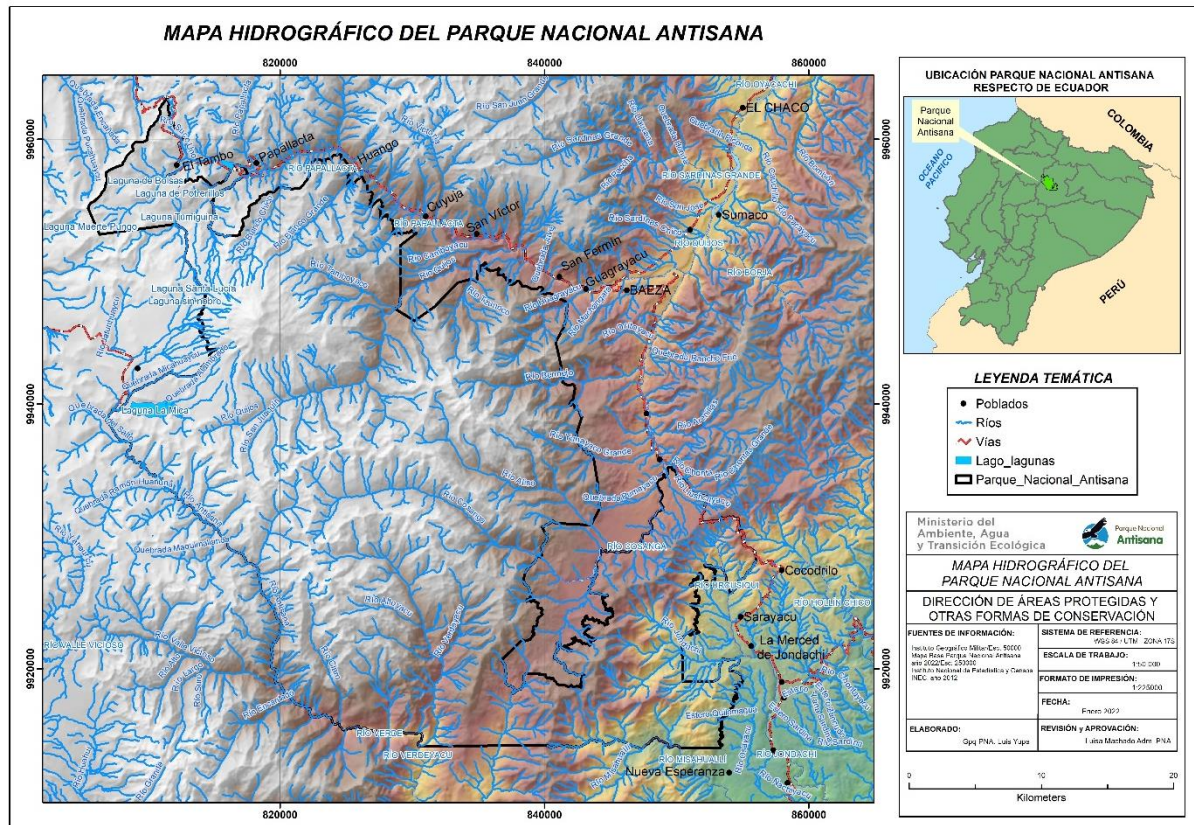


Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.2.4. Hidrografía

El potencial hídrico de esta zona es muy alto, las fuentes de agua son aprovechadas para el abastecimiento de agua para consumo humano de las diversas poblaciones alrededor del PNA. También estas fuentes son utilizadas por parte de la EPMAPS para el suministro de agua potable para la ciudad de Quito a través del sistema La Mica Quito Sur, principalmente.

Figura 13 Mapa hidrográfico del Parque Nacional Antisana

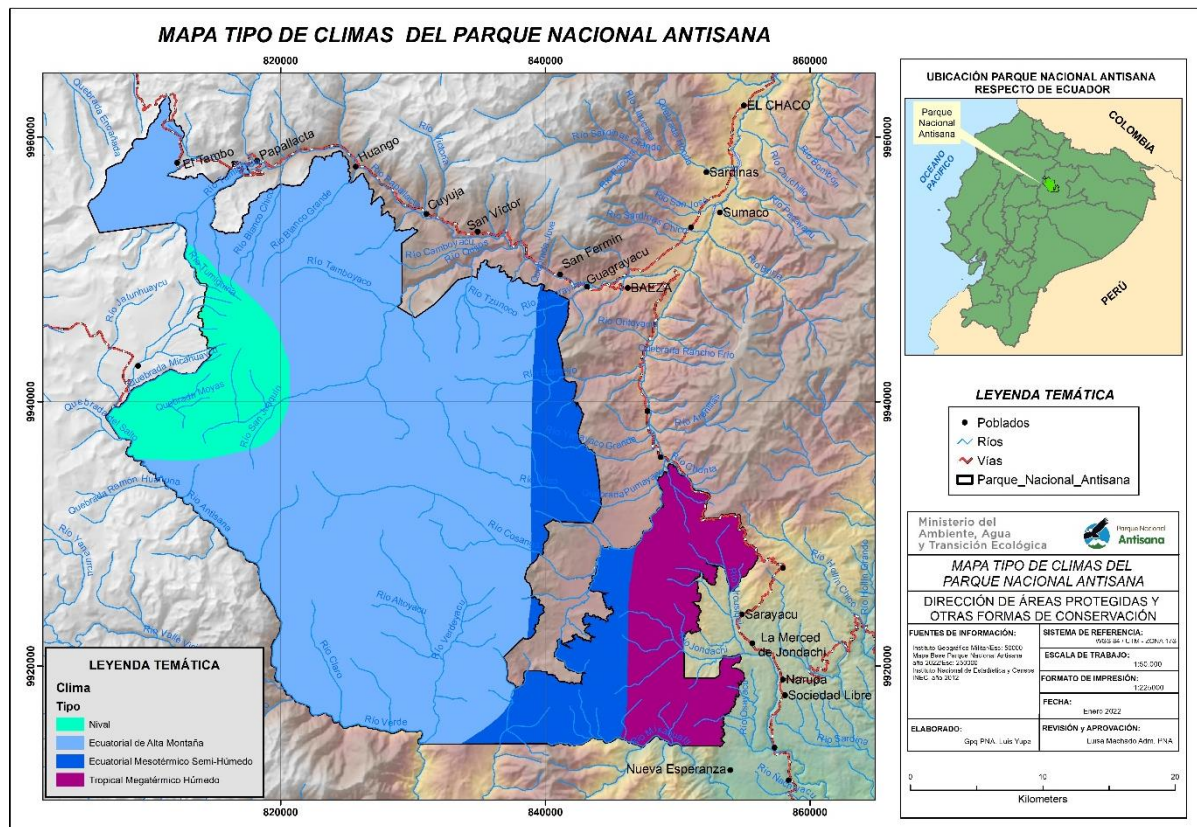


Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.2.5. Clima

La situación geográfica y las épocas del año inciden directamente en el clima de la zona. Por ejemplo, en el volcán con nieve perpetua y zonas aledañas la temperatura varía desde algunos grados centígrados bajo cero hasta 10°C y en las zonas más bajas hasta aproximadamente 20°C. El volcán Antisana influye directamente sobre el clima, la mayor extensión de zonas cubiertas por glaciares sobre la cordillera oriental, tiene que ver con la mayor abundancia de precipitaciones debido a las masas de aire provenientes de la Amazonía. Desde la parroquia Papallacta, en la zona del páramo de la Virgen hacia el lado norte del Antisana, se puede apreciar cómo se forman las masas de aire provenientes de la Amazonía, y cómo existe una mayor extensión de zonas cubiertas por glaciares hacia el lado este. Según la clasificación climática de Pourrut (1983), el área de interés se enmarca en el clima de las estribaciones altas de la cordillera andina, donde se puede ver que el clima predominante es el Ecuatorial Frío de Alta Montaña, sobre los 3.200 msnm; y, temperatura: promedio de 5.7° C (2,4° C – 6,9° C).

Figura 14 Clima del Parque Nacional Antisana



Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.3. Características biológicas

Ecosistemas y cobertura vegetal

De acuerdo a la Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental realizado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica MAE (2013), en el área del PNA se encuentran nueve ecosistemas.

Tabla 13

Ecosistemas presentes en el Parque Nacional Antisana

Ecosistemas	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
agua	470,41	0,39
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	9959,51	8,26
Bosque siempreverde del Páramo	92,38	0,08
Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	19171,28	15,90
Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	9271,58	7,69

Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	31031,47	25,73
Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes	135,15	0,11
Herbazal del Páramo	43000,49	35,66
Herbazal del Páramo	2880,98	2,39
Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo	551,51	0,46
Intervención	551,51	0,72
Otras áreas	3154,14	2,62
Total, general	120581,30	100,00

Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

El PNA posee una cobertura total de 49.51% del suelo dedicado a la preservación de bosque, seguido de un 46.77% de vegetación arbustiva y herbácea. La tierra dedicada a actividades agropecuarias, principalmente para la generación de pastizales ubicados en la zona baja, parroquias de Cotundo, Cosanga, Baeza, Cuyuja y Papallacta, y representa un 0.71% de total de la extensión total del PNA.

Tabla 14

Uso del suelo en el PNA

cobertura	área en ha.	porcentaje
Bosque	59.701,85	49,51
Vegetación arbustiva y herbácea	56.392,49	46,77
Cuerpo de agua	470,41	0,39
tras áreas	3.154,14	2,61
Tierra agropecuaria	857,31	0,71
Zona antrópica	5,09	0,004
Total, general	120.581,30	100 %

Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.3.1. Flora

A continuación, se presenta un listado de las especies de flora más representativas del PNA. Tabla 9. Listado de flora más representativas en el Parque Nacional Antisana.

Tabla 15

Listado de flora más representativas en el Parque Nacional Antisana

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría UICN
asteraceae	Aphanactis jamesoniana		
caprifoliaceae	aleriana	Valeriana	
	alypifolia		
caprifoliaceae	Valeriana aretioides	Valeriana	
caryophyllaceae	Cerastium candicans	Forastera	

caryophyllaceae	Cerastium imbricatum	Forastera	
gentianaceae	Gentianella cernua	Genciana	
gentianaceae	Gentianella rupicola	Diantemos genciana	real, LC: Preocupación menor
rosaceae	Lachemilla rupestris	Orejuala	
lauraceae	Ocotea javitensis	Canelo amarillo	
juglandaceae	Juglans neotropica	Nogal	
brassicaceae	Draba obovata		
annonaceae	Rollinia dolichopetala	Chirimoya, anona	LC: Preocupación menor
euphorbiaceae	Alchornea leptogyna	Aciote de monte, ponce	
brassicaceae	Eudema nubigena		
malvaceae	Phragmotheca ecuadorensis	Zapotillo	LC: Preocupación menor
asteraceae	Chuquiraga jussieu	Chuquiragu	
arecaceae	Ceroxylum	Palma de cera	
meliaceae	Cedrela odorata	Cedro	CITES III

Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.3.2. Fauna

El PNA es un área importante para la conservación de las aves bajo los criterios A1 que considera a los sitios que mantienen regularmente números significativos de especies amenazadas a nivel mundial; y el criterio A4 sitios que mantienen grandes concentraciones de aves migratorias y/o gregarias.

Tabla 16

Aves más representativas del Parque Nacional Antisana

Familia	Especie de aves	nombre Común	Categoría UICN
Cathartidae	cultur gryphus	Cóndor	
Cracidae	Aburria aburri	Pava Carunculada	
Scolopacidae	Gallinago stricklandii	Becacina grande	
dendrocolaptidae	Campylorhamphus pucherani	Picoguadaña grande	
Thraupidae	Oreomanes fraseri	Picocono gigante	NT: Casi amenazada
Threskiornithidae	theristicus branickii	Ibis andino (bandurria)	
Accipitridae	Accipiter collaris	Azor semicollarejo	

Scolopacidae	Gallinago imperialis	Azor semicollarejo	
Ramphastidae	Andigena hypoglauca	Azor semicollarejo	
Grallariidae	Grallaricula lineifrons	Gralarita carilunada	
Psittacidae	Touit stictopectera	Periquito Alipunteado	VU: Vulnerable
Psittacidae	Ara militaris	Guacamayo Militar	
Cotingidae	Doliornis remseni	cotinga	

Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.3.3. Mamíferos

En cuanto a mamíferos en el PNA, Ecuador reporta datos de 73 especies de mamíferos pertenecientes a 23 familias, entre los que se pueden destacar:

Tabla 17

Mamíferos más representativos del PN Antisana

FAMILIA	ESPECIES Nombre científico	Nombre común	CATEGORIA UICN
Ursidae	Tremarctos ornatus	Oso de anteojos	En peligro
	Puma concolor	Puma, León	Vulnerable
	Oncifelis colocolo	Gato montano o Andino	Vulnerable
Felidae	Leopardus pardalis	Tigrillo, Ocelote	Casi amenazada
	Puma yagouaroundi	Yaguarundi	Datos insuficientes
Felidae	Lycalopex culpaeus	Lobo de páramo	Vulnerable
Mustelidae	Lontra longicaudis	Nutria neotropical	Vulnerable
	Eira barbara	Cabeza de mate	Vulnerable
Tapiridae	Tapirus pinchaqu	abeza de mate	En peligro

Fuente: Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana

17.3.4. Páramo

El valor de conservación páramo representan todos los ecosistemas relacionados con los bosques, arbustales y herbazales de páramo, de acuerdo al número de hectáreas y porcentaje en relación al Parque.

Tabla 18*Ecosistemas representados en el valor de conservación “páramo”*

Ecosistemas	Hectáreas (ha)	Porcentaje (%)
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	9959,51	8,26
Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo	92,38	0,08
Herbazal del Páramo	43000,49	35,66
Herbazal ultrahumedo subnival del Páramo	2880,98	2,39
Herbazal ultrahumedo subnival del Páramo	551,51	0,46
Total, general	56484,87	46,84

Fuente: *Departamento de archivos del Parque Nacional Antisana***Objetivo 2****Condición ambiental del suelo actual mediante análisis físico-químico.****17.4. Comparación de datos obtenidos en referencia al acuerdo ministerial 097-A y artículos investigados.**

Para comparar los resultados obtenidos, se utilizan tablas presentes en el acuerdo ministerial y diferentes artículos investigados, para cada variable se presentan los valores encontrados con su límite máximo permisibles y se los compara con los datos obtenidos bajo el análisis de laboratorio.

17.4.1. Predio San Simón**17.4.1.1. Parámetros****Parcela N.1****PH**

De acuerdo a la escala de pH representada en la **tabla. 18**, el cual es muy importante ya que denota una relación directa del suelo. Dentro de los parámetros químicos para la caracterización del suelo está el pH, el cual es muy importante ya que denota una relación directa entre el suelo y los cultivos, la asimilación de nutrientes.

Tabla 19

Norma de calidad ambiental del recurso suelo y criterios de remediación para suelos contaminados.

PH	Rango
Muy fuertemente ácido	Menor a 4.5
Fuertemente ácido	4.6 a 5.5
Medianamente ácido	5.6 a 6
Moderadamente ácido	6.1 a 6.5
Neutro	6.6 a 7.3
Ligeramente alcalino	7.4 a 7.8
Moderadamente alcalino	7.9 a 8.4
Fuertemente alcalino	8.5 a 9
Muy fuertemente alcalino	Mayor a 9.1

Fuente: Norma Técnica Ambiental Ecuatoriana - Suelo

En la **Tabla 19** presentan los resultados obtenidos del parámetro fisicoquímico de pH. Los valores de pH de las muestras de suelo analizadas oscilaron entre 5.67 y 6,06, de acuerdo con los resultados obtenidos es considerado un suelo medianamente y moderadamente ácido.

De acuerdo con la **secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales**, determina que los suelos con pH medianamente y moderadamente ácido fluctúan en un rango de pH de 5.1-6.5, la acidez moderada del suelo se puede considerar por algunos efectos, uno de los más destacados son las partículas de limo y arena, debido a la juventud del suelo y a su ubicación en un clima bastante frío.

Tabla 20

Comparación con la escala de pH y el acuerdo ministerial

Muestras	Resultado laboratorio	Acuerdo ministerial 097- A tabla 1
1	6,06	6 a 8
2	5,79	6 a 8
3	5,67	6 a 8

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

1.7.4.1.2. Materia orgánica

El contenido de materia orgánica depende de la cantidad de vegetación, clima y biología del lugar, el contenido vegetal es degradado por actividad biológica, que depende mucho del clima, por lo general en climas fríos y templados no hay mayor degradación de la materia vegetal. (González, 2015).

Tabla 21*Comparación con artículos investigados*

Muestras	Resultado laboratorio
1	10,68%
2	7,04%
3	9,13%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

En la **Tabla 20** se presentan los resultados de porcentaje de materia orgánica presente en las muestras analizadas. Se obtuvo porcentajes entre 7.04 a 10.68%, considerado por la Norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, un porcentaje de materia orgánico alto.

1.7.4.1.3. Humedad

La dinámica del agua en el suelo es un factor muy importante, ya que juega en la disponibilidad de humedad y la distribución de nutrientes, aportando en la tasa de procesos microbiológicos y el crecimiento de cobertura vegetal. (Marín, 2012)

Tabla 22*Comparación con artículos investigados*

Muestras	Resultado laboratorio
1	90,40%
2	55,33%
3	67,11%

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

En la **Tabla 21** se reporta los porcentajes de humedad relativa presente en el suelo muestreado con valores entre 55.33% a 90.40%. Con respecto a los datos obtenidos se consideran porcentajes de humedad altos, debido a múltiples factores, uno de ellos es el clima propio de la región, con precipitaciones constantes.

17.4.1.4. Densidad aparente

El peso seco del suelo por unidad de volumen de suelo inalterado, tal cual se encuentra en su emplazamiento natural, incluyendo el espacio poroso. (Pinot, 2000)

Tabla 23*Comparación con artículos investigados*

Muestras	Resultado laboratorio
1	0,52g/ml
3	0,53g/ml

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Los valores pueden llegar a ser inferiores a 0,25 Mg m⁻³ en suelos turbosos y superiores a 1,90 Mg m⁻³ en suelos muy compactados y en suelos minerales volcánicos los valores se aproximan a 0,85 Mg m⁻³ (Ramírez, 2015). En la **tabla 22** se detalla los valores que va desde 0,52 a 0,53g/ml.

17.4.1.5. Densidad real

Corresponde al peso de la unidad de volumen de los sólidos del suelo, se determina obteniendo el peso seco de la muestra del suelo y el volumen ocupado por los sólidos de la muestra.

Tabla 24*Comparación con artículos investigados*

Muestras	Resultado laboratorio
1	2,02g/ml
2	2,35g/ml
3	2,06g/ml

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

La densidad real en la mayoría de los suelos tiene un promedio de aproximadamente 2,65 g.cm⁻³ (Plaster, 2004). En la **tabla 23** se detalla los valores de densidad real que van desde 2,02 a 2,35.

17.4.1.6. Textura

La textura expresa las proporciones relativas de las diferentes fracciones sólidas del suelo, definidas según el tamaño de sus partículas, según el departamento de Agricultura de Estados Unidos USDA (2020), detalla los porcentajes de arena, limo y arcilla de un suelo determinando la textura de éste utilizando el denominado triángulo de texturas.

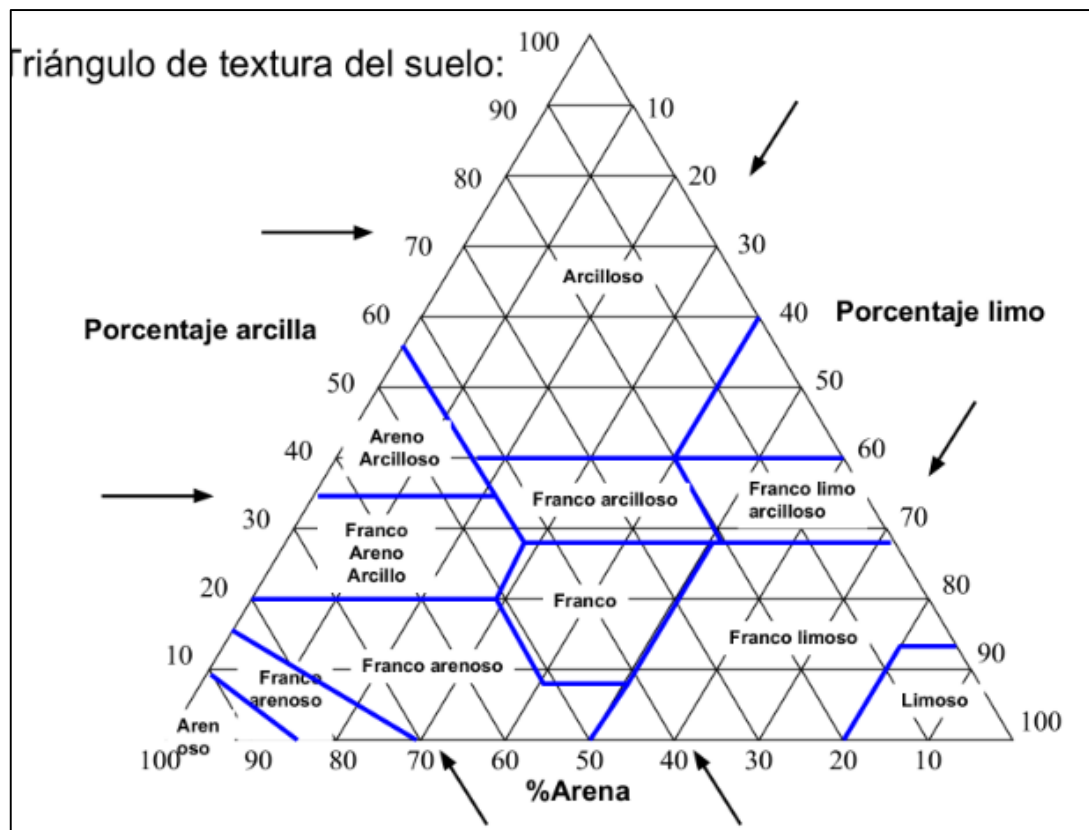
Tabla 25

Fracciones de textura

fracciones	Diámetromm
Arena gruesa	2.0-0.2
Arena fina	0.2-0.05
Limo	0.05-0.002
arcilla	< 0.002

Fuente: Agricultura de Estados Unidos USDA (2020)

Figura 15 Triángulo de textura del suelo



Fuente: Agricultura de Estados Unidos USDA (2020),

Tabla 26

Comparación con artículos investigados

Muestras	Resultado laboratorio			Clase textura
	Arena	limo	arcilla	
1	36%	58%	6%	Franco limoso
2	60%	36%	4%	Franco arenoso
3	58%	34%	8%	Franco arenoso

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

17.4.1.7. Arsénico

Según criterios de la calidad del suelo presentes en el Acuerdo Ministerial 097A el límite máximo permisible de Arsénico es de 12 mg/kg, el cual arroja que el resultado del análisis de laboratorio de las parcelas se encuentra dentro de los límites, en la **tabla 27** se detalla los valores que van desde 0,3 a 0,51mg/kg.

Tabla 27

Comparación con artículos investigados

Muestras	Resultado laboratorio
1	0,51mg/kg
2	0,86mg/kg
3	0,3mg/kg

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

17.4.1.8. Composición granulométrica

Es un análisis físico del suelo resultante de la proporción relativa entre los diferentes grupos de partículas primarias como arena, limo y arcilla según sus diámetros. En la **tabla 28** y **figura 15** se detalla los valores que van desde un porcentaje 48,16 que es más bajo y el más alto 89,43.

Tabla 28

Comparación con artículos investigados

Muestra	Resultados del laboratorio	
	% que pasa	% retenido
1	51,84	48,16
2	10,57	89,43
3	50,44	49,56

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Objetivo 3

17.5. Tecnologías

17.5.1. Prueba de infiltración

Dentro de las parcelas se realizó la prueba de infiltración del agua en la superficie de la tierra por el método de Porchet, también es conocido como método o ensayo de nivel constante, mide la velocidad con la que el agua es infiltrada en un agujero. Al alcanzar la saturación del

terreno cercano al pozo, la velocidad de infiltración en el suelo será casi constante, bajo estas condiciones, pero con un consumo de agua mayor, tiene la ventaja de ser muy rápido y fácil de implementar; este método es el menos costoso.

17.5.2. Materiales

- Valde o poma
- Agua
- Cronometro
- Metro
- Pala
- Cuaderno de campo
- Grava o ripio

17.5.3. Procedimiento repetido en cada parcela

- Se excavó un hoyo cuadrado de 30cm x30cm, y una profundidad de 40 cm.
- Después se colocó el equipo de medición con el metro.
- Se coloco 5cm de grava o ripio como base después de la excavación.
- Luego se llenó el hoyo con agua, una cantidad aproximada de 30cm, el llenado se efectuó en forma rápida con la finalidad de proceder a controlar y hacer las mediciones respectivas.
- Se procedió a medir la infiltración del agua cada 5 minutos haciendo uso de un cronometro en intervalos de tiempo como lo manifiesta los resultados.

Parcela N° 1

Luego realizada la prueba de infiltración tenemos los datos obtenidos realizada en un tiempo de 1 hora con 20 minutos. **(Ver anexo 12)**. Luego realizada la prueba, se obtiene resultados los siguientes datos, en las dos primeras mediciones con 0,3 y 0,2cm porcentajes donde el agua es infiltrada rápidamente y los tiempos restantes se mantuvieron en 0, 1cm. **Tabla**

29

Tabla 29*Valores de la prueba de infiltración*

Número de veces	Minutos	lectura	
1	5	27cm	0,3cm
2	5	25cm	0,2cm
3	5	24cm	0,1cm
4	5	23cm	0,1cm
5	5	22cm	0,1cm
6	5	21cm	0,1cm
7	5	20cm	0,1cm
8	5	19cm	0,1cm
9	5	18cm	0,1cm
10	5	17cm	0,1cm
11	5	16cm	0,1cm
12	5	15cm	0,1cm
13	5	14cm	0,1cm
14	5	13cm	0,1cm
15	5	12cm	0,1cm
16	5	11cm	0,1cm

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Interpretación**Tabla 30***Cálculos de infiltración*

Tiempo (min)	Lecturas (cm)	Tiempo (h)	Altura Infiltrada (mm)	Tasa de Infiltración (mm/h)
0		-	-	-
5	3	0,083	270	3240
10	2	0,083	250	3000
15	1	0,083	240	2880
20	1	0,083	230	2760
25	1	0,083	220	2640
30	1	0,083	210	2520
35	1	0,083	200	2400
40	1	0,083	190	2280
45	1	0,083	180	2160
50	1	0,083	170	2040
55	1	0,083	160	1920
60	1	0,083	150	1800
65	1	0,083	140	1680
70	1	0,083	130	1560
75	1	0,083	120	1440
80	1	0,083	110	1320

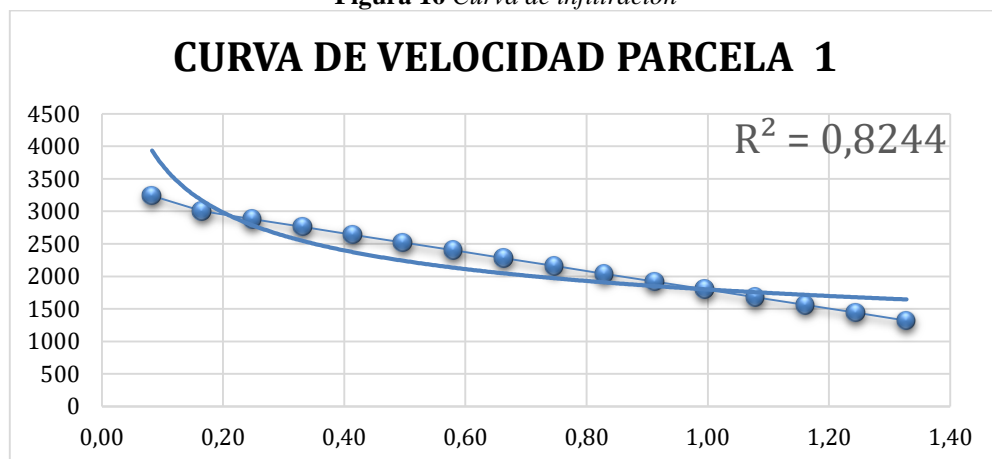
Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla 31

Cálculos para la curva de infiltración

Tiempo (h)	Tiempo Acumulada	Tasa de infiltración) mm/h)
-	-	-
0,083	0,08	3240
0,083	0,17	3000
0,083	0,25	2880
0,083	0,33	2760
0,083	0,42	2640
0,083	0,50	2520
0,083	0,58	2400
0,083	0,66	2280
0,083	0,75	2160
0,083	0,83	2040
0,083	0,91	1920
0,083	1,00	1800
0,083	1,08	1680
0,083	1,16	1560
0,083	1,25	1440
0,083	1,33	1320

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 16 Curva de infiltración

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N° 2

Luego realizada la prueba de infiltración tenemos los datos obtenidos realizada en un tiempo de 1 hora con 20 minutos. (**Ver anexo 13**). Luego realizada la prueba, se obtiene

resultados los siguientes datos, en las dos primeras mediciones con 0,7 y 0,2cm porcentajes donde el agua es infiltrada rápidamente y los tiempos restantes se mantuvieron en 0, 1cm. A Diferencia de la parcela 1 y 2 es la que bajo una alta cantidad de agua en los primeros minutos tomados. **Tabla 32**

Tabla 32

Valores de la prueba de infiltración

Número de veces	Minutos	lectura	
1	5	23cm	0,7cm
2	5	21cm	0,2cm
3	5	21cm	
4	5	20cm	0,1cm
5	5	20cm	
6	5	19cm	0,1cm
7	5	18cm	0,1cm
8	5	17cm	0,1cm
9	5	16cm	0,1cm
10	5	15cm	0,1cm
11	5	14cm	0,1cm
12	5	14cm	
13	5	13cm	0,1cm
14	5	13cm	
15	5	12cm	0,1cm
16	5	12cm	

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Interpretación

Tabla 33

Cálculos de infiltración

Tiempo (min)	Lecturas (cm)	Tiempo (h)	Altura Infiltrada (mm)	Tasa de Infiltración (mm/h)
0		-	-	-
5	7	0,083	230	2760
10	2	0,083	210	2520
15		0,083	210	2520
20	1	0,083	200	2400
25		0,083	200	2400
30	1	0,083	190	2280

35	1	0,083	180	2160
40	1	0,083	170	2040
45	1	0,083	160	1920
50	1	0,083	150	1800
55	1	0,083	140	1680
60		0,083	140	1680
65	1	0,083	130	1560
70		0,083	130	1560
75	1	0,083	120	1440
80		0,083	120	1440

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

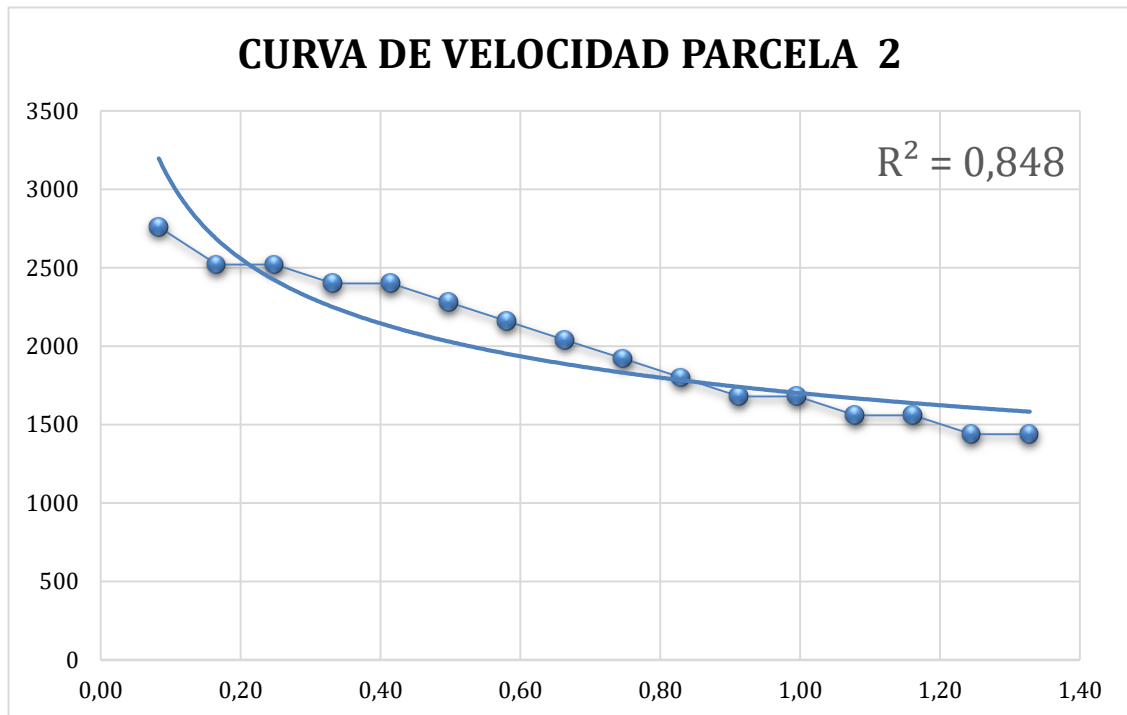
Tabla 34

Cálculos para la curva de infiltración

Tiempo (h)	Tiempo Acumulada	Tasa de infiltración) mm/h)
-	-	-
0,083	0,08	2760
0,083	0,17	2520
0,083	0,25	2520
0,083	0,33	2400
0,083	0,42	2400
0,083	0,50	2280
0,083	0,58	2160
0,083	0,66	2040
0,083	0,75	1920
0,083	0,83	1800
0,083	0,91	1680
0,083	1,00	1680
0,083	1,08	1560
0,083	1,16	1560
0,083	1,25	1440
0,083	1,33	1440

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 17 Curva de infiltración



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela N° 3

Luego realizada la prueba de infiltración tenemos los datos obtenidos realizada en un tiempo de 1 hora con 20 minutos. (Ver anexo 14) Luego realizada la prueba, se obtiene resultados los siguientes datos, en las dos primeras mediciones con 0,3 y 0,2cm porcentajes donde el agua es infiltrada rápidamente y los tiempos restantes se mantuvieron en 0, 1cm. **Tabla 35**

Tabla 35

Valores de la prueba de infiltración

Número de veces	Minutos	lectura	
1	5	27cm	0,3cm
2	5	25cm	0,2cm
3	5	25m	
4	5	24cm	0,1cm
5	5	24cm	
6	5	23cm	0,1cm
7	5	23cm	
8	5	22cm	0,1cm
9	5	22cm	
10	5	21cm	0,1cm
11	5	21cm	
12	5	20cm	0,1cm

13	5	20cm	
14	5	19cm	0,1cm
15	5	19cm	
16	5	18cm	0,1cm

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Interpretación

Tabla 36

Cálculos de infiltración

Tiempo (min)	Lecturas (cm)	Tiempo (h)	Altura Infiltrada (mm)	Tasa de Infiltración (mm/h)
0		-	-	-
5	3	0,083	270	3240
10	2	0,083	250	3000
15		0,083	250	3000
20	1	0,083	240	2880
25		0,083	240	2880
30	1	0,083	230	2760
35		0,083	230	2760
40	1	0,083	220	2640
45		0,083	220	2640
50	1	0,083	210	2520
55		0,083	210	2520
60	1	0,083	200	2400
65		0,083	200	2400
70	1	0,083	190	2280
75		0,083	190	2280
80	1	0,083	180	2160

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla 37

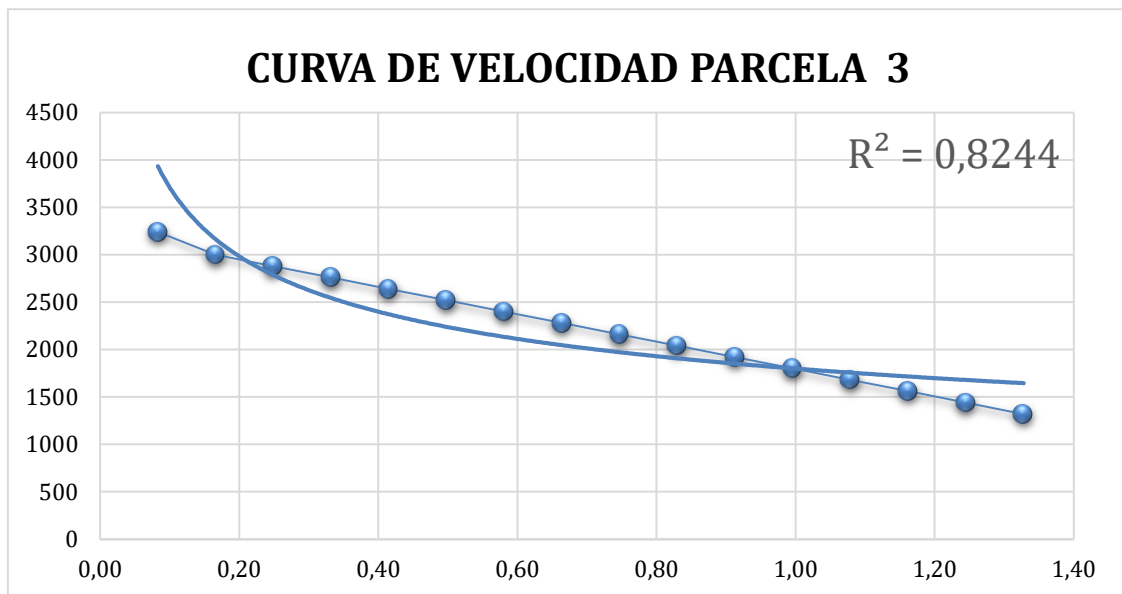
Cálculos para la curva de infiltración

Tiempo (h)	Tiempo Acumulada	Tasa de infiltración) mm/h)
-	-	-
0,083	0,08	3240
0,083	0,17	3000
0,083	0,25	2880
0,083	0,33	2760
0,083	0,42	2640
0,083	0,50	2520
0,083	0,58	2400
0,083	0,66	2280
0,083	0,75	2160
0,083	0,83	2040
0,083	0,91	1920
0,083	1,00	1800

0,083	1,08	1680
0,083	1,16	1560
0,083	1,25	1440
0,083	1,33	1320

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Figura 18 Curva de infiltración



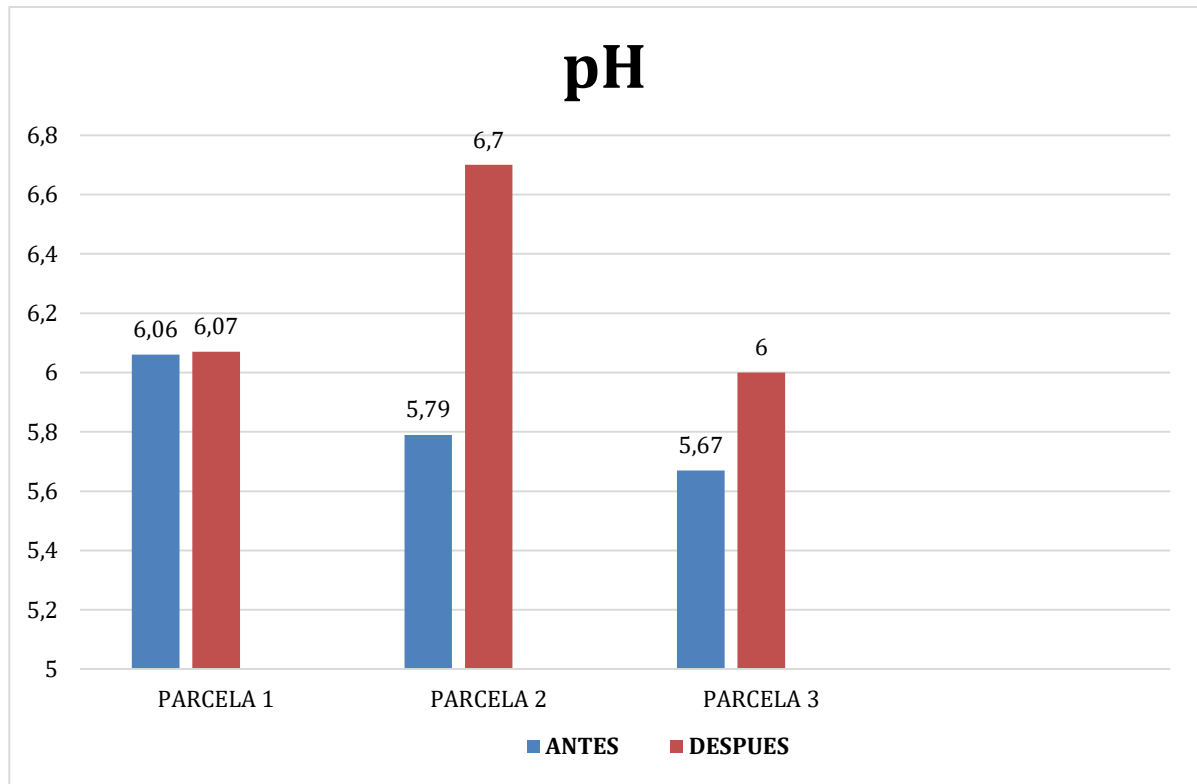
Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

DISCUSIÓN

Comparación de parámetros de suelo de cada parcela antes de la aplicación del tratamiento y después del tratamiento de remediación.

Ph:

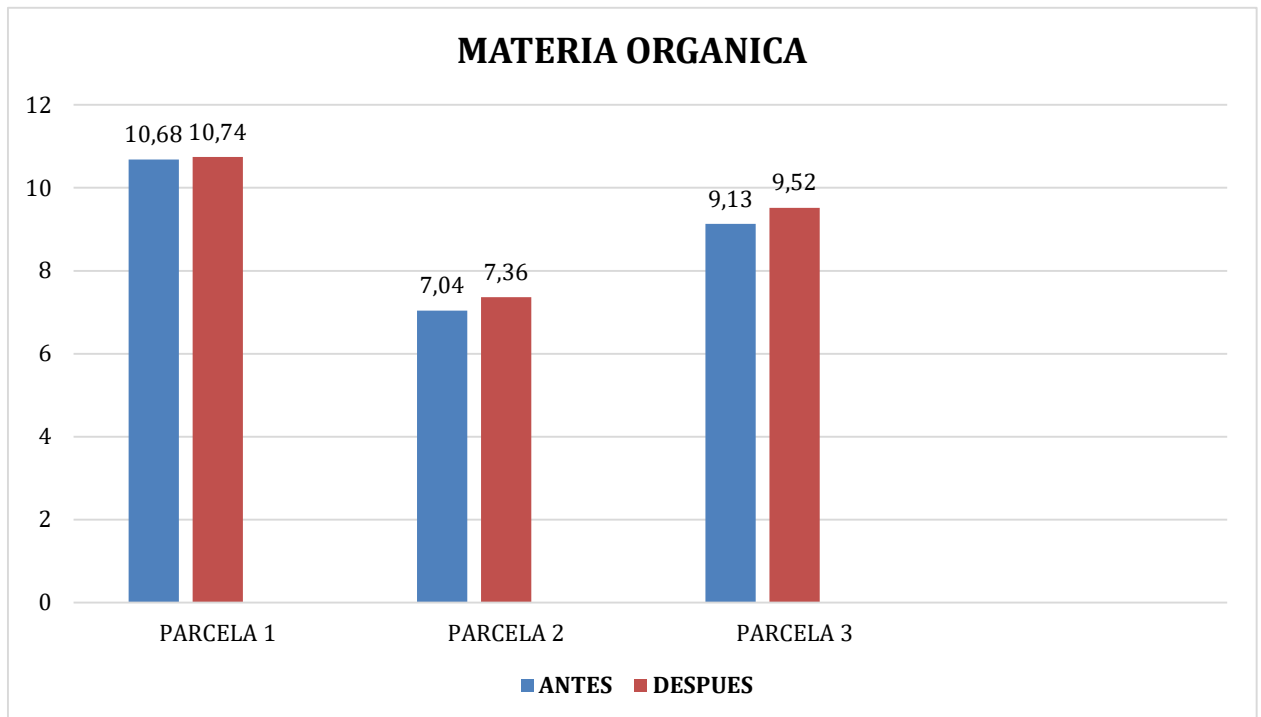
Figura 19 Valores de pH de las parcelas en estudio



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

El pH en las parcelas número 1, 2 y 3 dieron como resultados después de la aplicación del tratamiento de remediación un pH de 6,07 en la parcela 1 lo que indica que sigue siendo un suelo con un pH moderadamente ácido, en la parcela 2 con un pH de 6,7 esto indica que cambió su pH a neutro y en la parcela 3 con un pH de 6 lo que indica que siguen siendo un suelo con un pH moderadamente ácido.

Materia orgánica

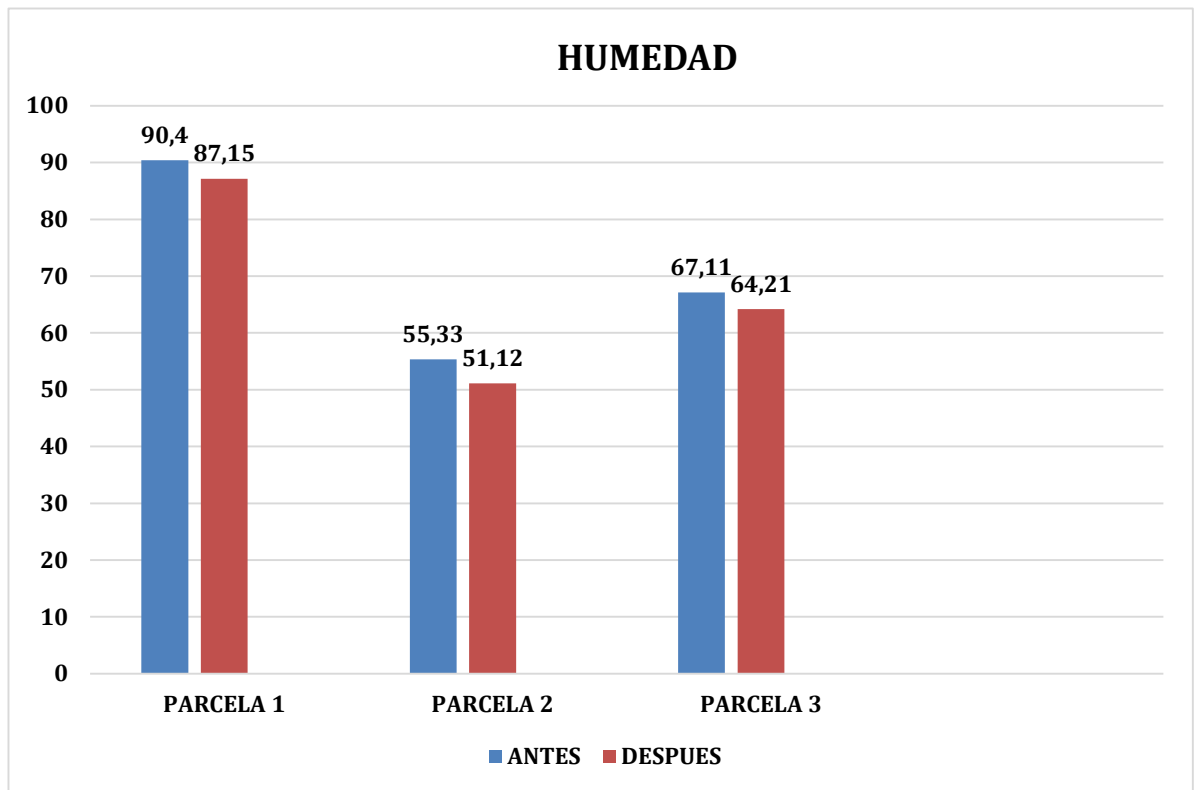
Figura 20 Valores de materia orgánica de las parcelas en estudio

Fuente: Salazar y Vilatuña 2022

La materia orgánica en las parcelas número 1, 2 y 3 dieron como resultados después de la aplicación del tratamiento de remediación un porcentaje de 10,74 en la parcela 1, en la parcela 2 un porcentaje de 7,36 y en la parcela 3 un porcentaje de 9,52 valores considerados por la norma oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000, siguen siendo porcentajes de materia orgánica alta.

Humedad

Figura 21 Valores de humedad de las parcelas en estudio

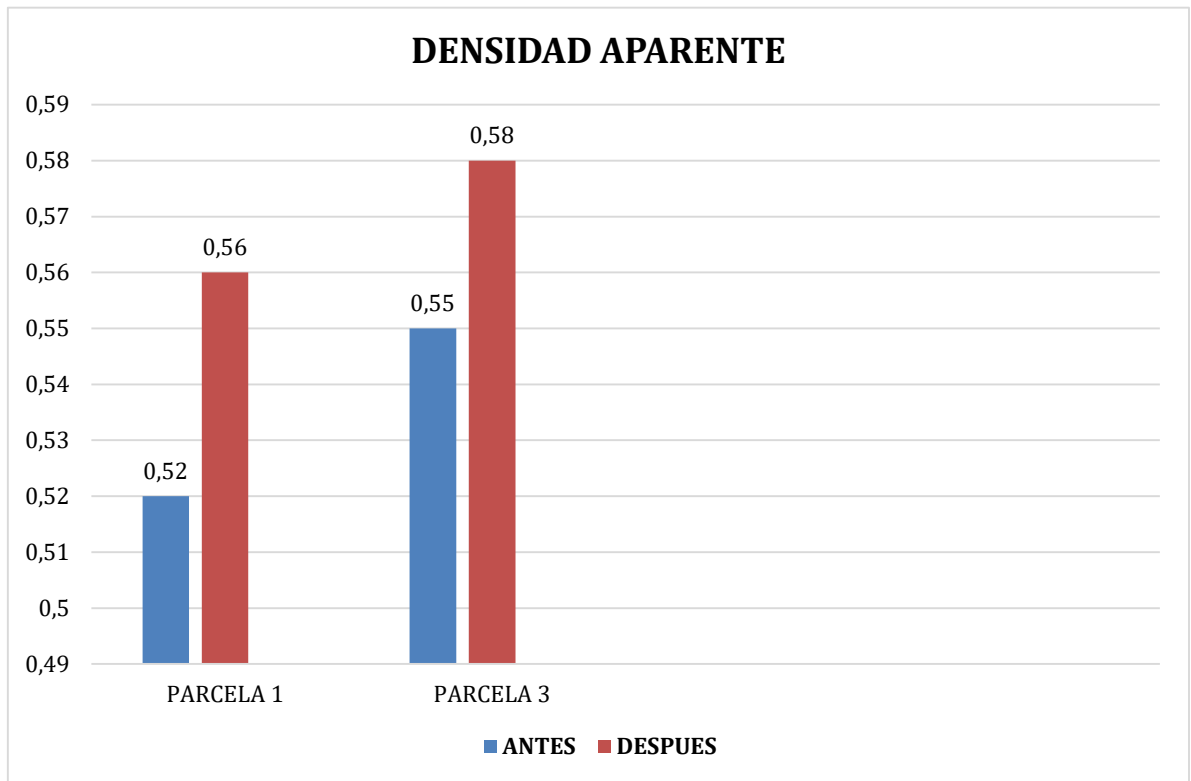


Fuente: Salazar y Vilatuña 202

La humedad en las parcelas número 1, 2 y 3 dieron como resultados después de la aplicación del tratamiento de remediación un porcentaje de 87,15 en la parcela 1, en la parcela 2 un porcentaje de 51,12 y en la parcela 3 un porcentaje de 64,21, lo que indica que el tratamiento con aditivos de zeolita y cascarilla de arroz ayudó efectivamente a la disminución de la humedad en las parcelas.

Densidad aparente

Figura 22 Valores de densidad aparente de las parcelas en estudio



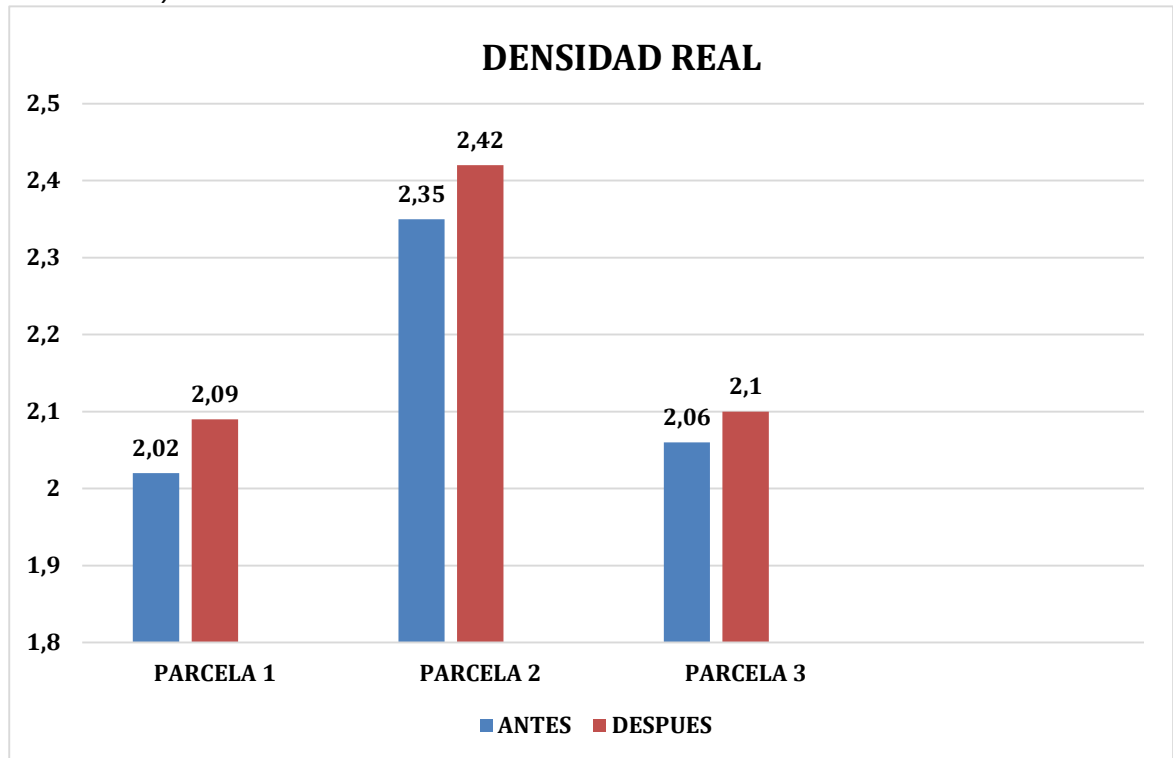
Fuente: Salazar y Vilatuña 2022

La densidad aparente en las parcelas número 1 y 3 después de la aplicación del tratamiento de remediación dieron como resultados un valor de 0,56 en la parcela 1 y un valor de 0,58, en la parcela 3 lo que indica que siguen en el rango de ser suelos minerales volcánicos.

DENSIDAD REAL

Figura 23 Valores de densidad real de las parcelas en estudio

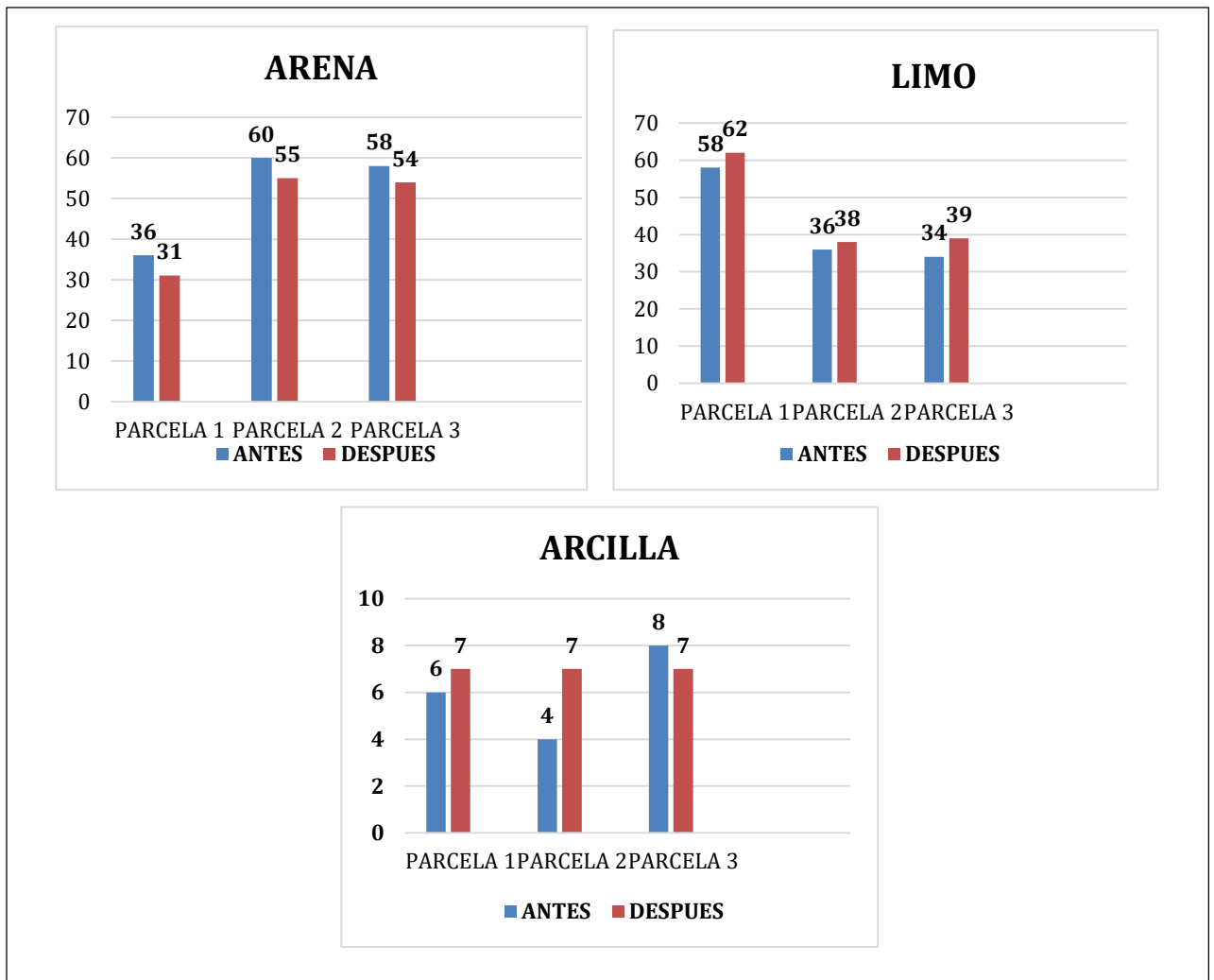
Fuente: Salazar y Vilatuña 2022



La densidad aparente en las parcelas número 1, 2 y 3 después de la aplicación del tratamiento de remediación dieron como resultados un valor de 2,09 en la parcela 1, un valor de 2,42 en la parcela 2 y un valor de 2,10 en la parcela 3, aunque sus valores subieron están dentro del promedio que tiene la mayoría de suelos que es 2,65 g.cm-3.

TEXTURA

Figura 24 Valores textura de las parcelas en estudio



Fuente: Salazar y Vilatuña 2022

Las fracciones solidas de arena, limo y arcilla en las parcelas número 1, 2 y 3 después de la aplicación del tratamiento de remediación variaron sus resultados, pero se mantienen con su textura, en la parcela 1 sigue siendo franco limoso, en la parcela 2 es franco arenoso y en la parcela 3 es franco arenoso.

PRUEBA DE CHI CUADRADO

Esta prueba sirve para someter a prueba las hipótesis referidas a distribuciones de frecuencias, la prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula.

pH

En la **tabla N.º 37** se presentan los resultados obtenidos del análisis de pH de la parcela testigo y de las tres parcelas en estudio después del tratamiento de remediación, los cuales son calculados por la prueba chi² mediante fórmulas del programa de Microsoft Excel (resultado tratado: resultados esperados).

Tabla 38

Resultados de laboratorio de las parcelas

		RESULTADO DESPUES DEL TRATAMIENTO		
PARAMETRO	T	P1	P2	P3
pH	6,08	6,07	6,7	6

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla 39

Cálculo de la prueba chi en Excel

PARAMETRO	RESULTADOS ESPERADOS			FORMULA CHI2	GRADO DE LIBERTAD 2	RESULTADO TABLA DISTRIBUCION
	P1	P2	P3			
Ph	7,8	7,8	7,8	0,6206	2	1,0217

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla de distribución chi²

El valor de Chi Cuadrado **chi²** esperado se busca en la tabla que se presenta a continuación.

Figura 25 Cuadro de distribución chi²

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015	0,0642	0,0358
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754	0,4463	0,3250
3	2,1095	1,8692	1,6416	1,4237	1,2125	1,0052	0,7978
4	3,0469	2,7528	2,4701	2,1947	1,9226	1,6488	1,3665

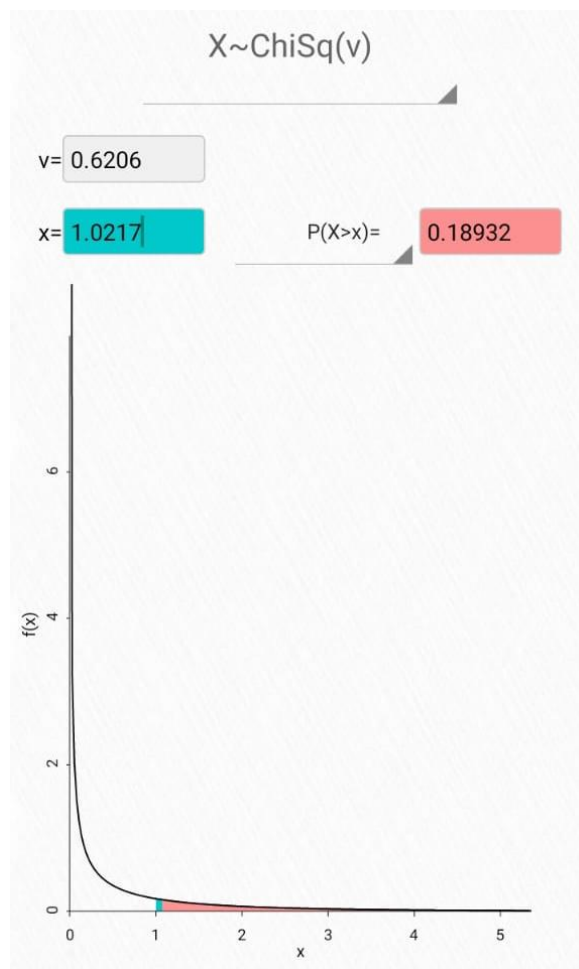
Fuente: Table de distribución de chi²

Al comparar el valor estadístico tabla de la prueba $\chi^2 = 0,6206$ con el valor de tabla de distribución $1,0217$ se puede apreciar en la gráfica que la probabilidad de valores mayores a él es superior al nivel de significación $\alpha = 0,10$

En la gráfica se observa el valor de χ^2 es menor al nivel de significancia que es $0,10$ por lo tanto se acepta la hipótesis el cual el tratamiento realizado va mejorando la calidad del suelo.

El tratamiento de remediación realizado nos dio como resultado un pH de suelo que acepta la hipótesis nula, el mismo que nos permitió mejorar las propiedades del suelo.

Figura 26 Cálculo de χ^2



Fuente: Aplicación probability distribution

MATERIA ORGÁNICA

En la **tabla N° 40** se encuentra los valores de los resultados de laboratorio de la parcela testigo y de las tres parcelas tomadas después del tratamiento aplicado el cual son calculados por la prueba χ^2 , con la fórmula utilizada de Excel (resultado tratado: resultados esperados).

Tabla 40*Resultados de laboratorio de las parcelas*

PARAMETRO	T	RESULTADO DESPUES DEL TRATAMIENTO		
		P1	P2	P3
MO	10,54	10,74	7,36	9,52

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022**Tabla 41***Cálculo de la prueba chi en Excel*

PARAMETRO	RESULTADOS ESPERADOS			FORMULA CHI2	GRADO DE LIBERTAD 2	RESULTADO TABLA DISTRIBUCION
	P1	P2	P3			
MO	9	6	8	0,6270	2	1,0217

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022**TABLA DE DISTRIBUCION CHI2**

El valor de Chi Cuadrado **chi²** esperado se busca en la tabla que se presenta a continuación.

Figura 27 Cuadro de distribución chi2

v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754

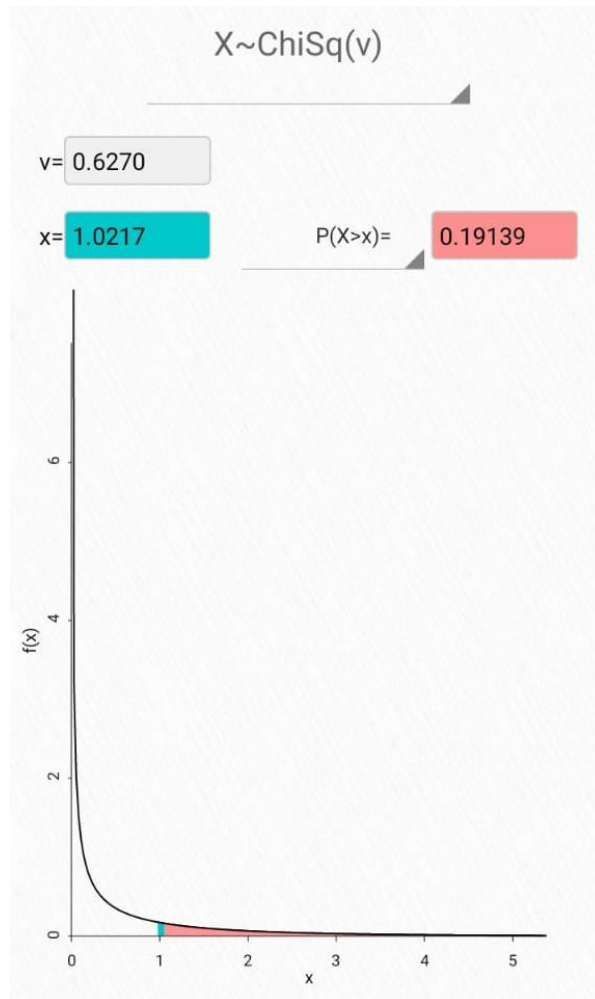
Fuente: Table de distribución de chi2

Al comparar el valor estadístico tabla de la prueba $\chi^2 = 0,6270$ con el valor de tabla de distribución 1,0217 se puede apreciar en la gráfica que la probabilidad de valores mayores a él es superior al nivel de significación $\alpha = 0,10$

En la gráfica se observa el valor de χ^2 es menor al nivel de significancia que es 0,10 por lo tanto se acepta la hipótesis el cual el tratamiento realizado va mejorando la calidad del suelo.

Finalmente, el tratamiento realizado la materia orgánica del suelo acepta la hipótesis el cual el tratamiento ayudo a mejorar las propiedades del suelo.

El tratamiento de remediación realizado nos dio como resultado de suelo que acepta la hipótesis nula, el mismo que nos permitió mejorar las propiedades del suelo.

Figura 28 Cálculo de chi2

Fuente: Aplicación probability distributio

HUMEDAD

En la **tabla N° 42** se encuentra los valores de los resultados de laboratorio de la parcela testigo y de las tres parcelas tomadas después del tratamiento aplicado el cual son calculados por la prueba chi2, con la fórmula utilizada de Excel (resultado tratado: resultados esperados).

Tabla 42

Resultados de laboratorio de las parcelas

		RESULTADO DESPUES DEL TRATAMIENTO		
PARAMETRO	T	P1	P2	P3
HUMEDAD	77,65	87,15	51,12	64,21

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla 43*Cálculo de la prueba chi en Excel*

PARAMETRO	RESULTADOS ESPERADOS			FORMULA CHI2	GRADO DE LIBERTAD 2	RESULTADO TABLA DISTRIBUCION
	P1	P2	P3			
HUMEDAD	80	50	60	0,6189	2	1,0217

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

TABLA DE DISTRIBUCION CHI2

El valor de Chi Cuadrado **chi**² esperado se busca en la tabla que se presenta a continuación.

Figura 29 Cuadro de distribución chi2

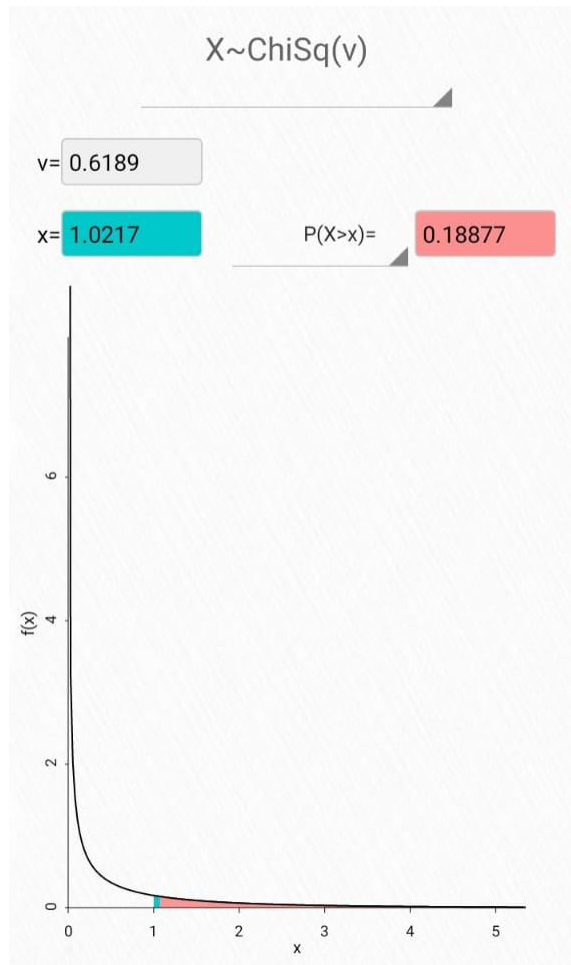
v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015	0,0642	0,0358	0,0158	0,0039
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754	0,4463	0,3250	0,2107	0,1026

Fuente: Table de distribución de chi2

Al comparar el valor estadístico tabla de la prueba $\chi^2 = 0,6189$ con el valor de tabla de distribución 1,0217 se puede apreciar en la gráfica que la probabilidad de valores mayores a él es superior al nivel de significación $\alpha = 0,10$

En la gráfica se observa el valor de χ^2 es menor al nivel de significancia que es 0,10 por lo tanto se acepta la hipótesis el cual el tratamiento realizado va mejorando la calidad del suelo.

Finalmente, el tratamiento realizado la humedad del suelo acepta la hipótesis el cual el tratamiento ayudo a reducir el porcentaje de agua que se encontraba en el suelo.

Figura 30 Cálculo de chi2

Fuente: Aplicación probability distribution

DENSIDAD APARENTE

En la **tabla N° 43** se encuentra los valores de los resultados de laboratorio de la parcela testigo y de las tres parcelas tomadas después del tratamiento aplicado el cual son calculados por la prueba chi2, con la fórmula utilizada de Excel (resultado tratado: resultados esperados).

Tabla 44

Resultados de laboratorio de las parcelas

PARAMETRO	T	RESULTADO DESPUES DEL TRATAMIENTO	
		P1	P3
DENSIDAD A	0,57	0,63	0,58

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla 45*Cálculo de la prueba chi en Excel*

PARAMETRO	RESULTADOS ESPERADOS		FORMULA CHI2	GRADO DE LIBERTAD	RESULTADO TABLA DISTRIBUCION
	P1	P3			
DENSIDAD A	0,4	0,4	0,6442	2	1,0217

Fuente: *Salazar y Vilatuña, 2022***TABLA DE DISTRIBUCION CHI2**

El valor de Chi Cuadrado **chi²** esperado se busca en la tabla que se presenta a continuación.

Figura 31 *Cuadro de distribución chi2*

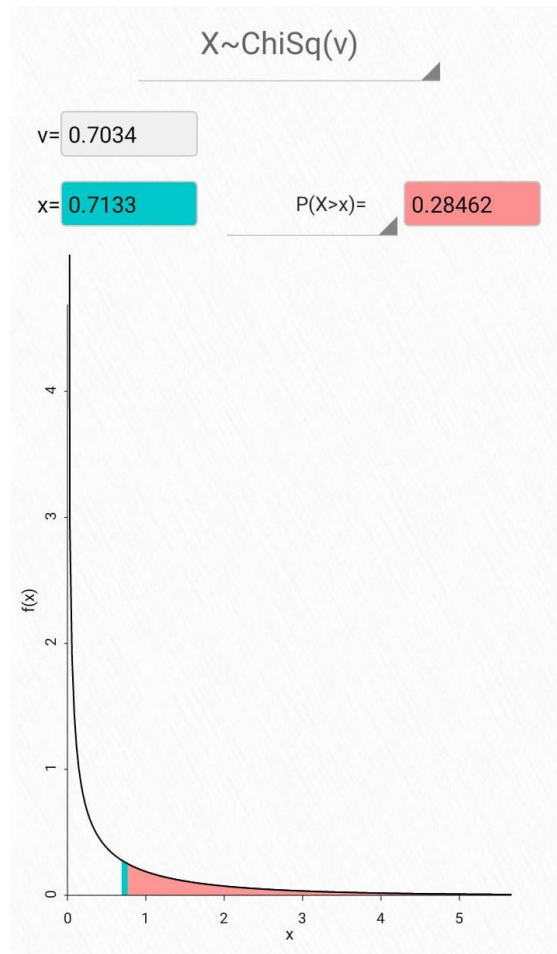
v/p	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75
1	0,3573	0,2750	0,2059	0,1485	0,1015
2	1,1957	1,0217	0,8616	0,7133	0,5754

Fuente: *Table de distribución de chi2*

Al comparar el valor estadístico tabla de la prueba $\chi^2 = 0,6442$ con el valor de tabla de distribución 1,0217 se puede apreciar en la gráfica que la probabilidad de valores mayores a él es superior al nivel de significación $\alpha = 0,10$

En la gráfica se observa el valor de χ^2 es menor al nivel de significancia que es 0,10 por lo tanto se acepta la hipótesis el cual el tratamiento realizado va mejorando la calidad del suelo.

Finalmente, el tratamiento realizado la densidad aparente del suelo acepta la hipótesis el cual el tratamiento ayudo a reducir la resistencia del suelo.

Figura 32 Cálculo de chi2

Fuente: Aplicación probability distribution

DENSIDAD REAL

En la **tabla N° 45** se encuentra los valores de los resultados de laboratorio de la parcela testigo y de las tres parcelas tomadas después del tratamiento aplicado el cual son calculados por la prueba chi2, con la fórmula utilizada de Excel (resultado tratado: resultados esperados).

Tabla 46

Resultados de laboratorio de las parcelas

PARAMETRO	T	RESULTADO DESPUES DEL TRATAMIENTO		
		P1	P2	P3
DENSIDAD R	2,21	2,09	2,42	2,1

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Tabla.46

Cálculo de la prueba chi en Excel

PARAMETRO	RESULTADOS ESPERADOS			FORMULA CHI2	GRADO DE LIBERTAD 2	RESULTADO TABLA DISTRIBUCION
	P1	P2	P3			
DENSIDAD R	3,5	3,5	3,5	0,6077	2	1,0217

Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

TABLA DE DISTRIBUCION CHI2

El valor de Chi Cuadrado χ^2 esperado se busca en la tabla que se presenta a continuación.

Figura 33 Cuadro de distribución χ^2

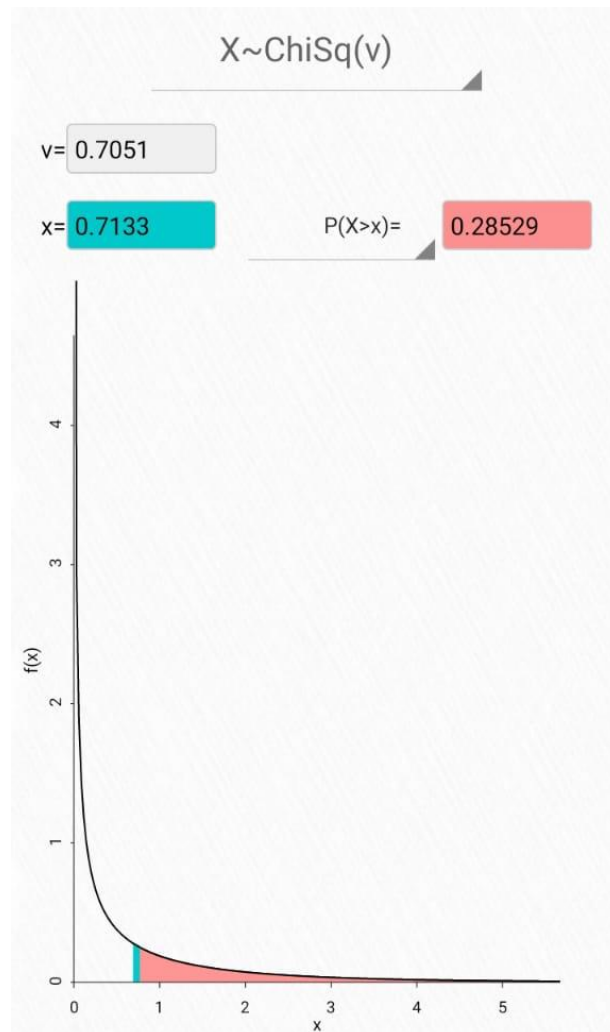
v/p	0,55	0,6
1	0,3573	0,2750
2	1,1957	1,0217

Fuente: Table de distribución de χ^2

Al comparar el valor estadístico tabla de la prueba $\chi^2 = 0,6077$ con el valor de tabla de distribución 1,0217 se puede apreciar en la gráfica que la probabilidad de valores mayores a él es superior al nivel de significación $\alpha = 0,10$

En la gráfica se observa el valor de χ^2 es menor al nivel de significancia que es 0,10 por lo tanto se acepta la hipótesis el cual el tratamiento realizado va mejorando la calidad del suelo.

Finalmente, el tratamiento realizado en la densidad real del suelo, acepta la hipótesis nula, el mismo que al realizar el tratamiento nos permitió

Figura 34 Cálculo de chi2

Fuente: Aplicación probability distribution

IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Impactos Técnicos

Mediante el diagnóstico de la calidad de suelo del Parque Nacional Antisana en la zona San Simón se ha establecido que es una investigación viable, ya que se puede analizar y determinar las variables que han provocado un desgaste en la cobertura vegetal del suelo poniendo en riesgo los servicios ambientales por su degradación, la conservación de este recurso es de suma importancia ya que sus características significativas son el de recoger, filtrar, almacenar y regular el agua que llega por lluvias, neblinas y deshielos para abastecer a las distintas poblaciones aledañas.

Impactos sociales

Este trabajo de investigación brinda beneficio a la sociedad ya que al mantener la conservación del recurso suelo es vital para mantener los ciclos del agua, porque permiten la transformación de la neblina en recurso hídrico que a su vez genera el nacimiento de lagos, ríos y por ende el abastecimiento de los embalses. Cerca del 70 % de la provisión del líquido del país depende de los complejos de páramo.

Impactos ambientales

La realización de esta investigación ayuda a la recuperación y conservación de suelos, mediante un análisis de parámetros que determinen la calidad del mismo, bajo tecnología adecuada que ayude a la recuperación de áreas que se han visto afectadas por actividades antrópicas, garantizando el desarrollo de los procesos naturales y el equilibrio de servicios ambientales.

18. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

En base a información proporcionada por guardaparques del lugar se llegó a la conclusión de que la zona de estudio San Simón, tiene un mayor grado de degradación provocada por la actividad de sobrepastoreo con ganado bravo ya que la zona era ocupada como dormideros, esta actividad ha provocado pérdida de la cobertura vegetal trayendo consigo la afectación de la calidad de bienes y servicios ambientales.

En base a la evaluación de laboratorio con análisis físicos-químicos se determinó que son suelos con un pH que van desde 5,67 a 6,06 lo que indica que son moderadamente ácidos, en el análisis realizado de materia orgánica va desde 7,04 a 10,68 % siendo 10% un rango de normalidad lo que nos demuestra que son suelos de buena calidad, humedad con un porcentaje que va desde 55,33 a 90,40% y su textura indica que son suelos de tipo franco limoso estos tienen alta porosidad y se traducen en capacidades de retención hídrica elevadas y suelos franco arenosos estos retienen pocos nutrientes, así como la capacidad de retención hídrica.

Se concluyo con tecnología de restauración para la conservación del recurso ambiental suelo, basada en los resultados obtenidos de los análisis físicos-químicos de laboratorio, lo que llevo a dar tratamiento para regular su humedad bajo aditivos de zeolita y cascarilla de arroz para luego realizar remediación con paja con la finalidad de contribuir de manera eficaz y eficiente a la conservación, protección, manejo y aprovechamiento racional.

RECOMENDACIONES

Se recomienda evaluar todas las zonas en donde se evidencio activad de sobrepastoreo con ganado bravo con el fin de recuperar los lugares que se han visto perdidos por esta activad, generando una sistematización acerca de las mejores prácticas para la gestión del páramo, ya que el futuro de este, está ligado a lo que hagamos o dejemos de hacer por él teniendo interés en proteger y conservar el medio ambiente ayudando así a sus servicios ambientales.

Es recomendable primero basarse en un estudio de análisis físicos-químicos de laboratorio para determinar el grado de contaminación o degradación de suelos, con el fin de dar un tratamiento adecuado y sistemático para su restauración, basándose en resultados estándares de normativas que determinen la calidad de suelo.

Es recomendable analizar los parámetros que se han visto perdidos o que están afectando a la calidad del suelo provocando una degradación física, química o biológica, bajo ese estudio se debe adecuar soluciones y dar tratamiento con tecnologías de restauración, estas son aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo.

19. BIBLIOGRAFÍA

- Agricultura de Estados Unidos. (2020). *Textura del suelo*. Obtenido de https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm
- Asanza, J. (2015). *Impacto de la cobertura vegetal y las actividades antrópicas sobre la formación del suelo en una microcuenca de páramo en la cuenca del Río Yanuncay-Quebrada Cuevas*. Cuenca: Universidad de Cuenca.
- Barragán, L. A. (2017). Obtenido de https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/4123/Luis_Osorio_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cardenas, M. (Mayo de 2015). Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9368/1/UPS-QT07111.pdf>
- Cárdenas, M. (2015). *Evaluación de la calidad de los suelos de páramo intervenidos y no intervenidos en la comuna Monjas Bajo, parroquia Juan Montalvo, cantón Cayambe*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cervantes, J. (25 de Mayo de 2021). Obtenido de [file:///D:/CLIENTE/Downloads/TESIS/plan_de_titulacion_cervantes-coba_aprobado_comisi%C3%B3n_tsasa%20\(revision\).pdf](file:///D:/CLIENTE/Downloads/TESIS/plan_de_titulacion_cervantes-coba_aprobado_comisi%C3%B3n_tsasa%20(revision).pdf)
- González, A. B. (2015). Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de murgas, provincia La Habana. *scielo*, 1.
- IDEAM. (2020). *Caracterización de los suelos y las tierras*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005192/macizo/pdf/Capitulo4.pdf>
- Instituto nacional de ecología y cambio climático. (2007). *Estrategía nacional de cambio climático del Ecuador*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf

Israel, I. A. (2014). Obtenido de file:///D:/CLIENTE/Downloads/T-UTC-00245.pdf

Iturbe, R. (2010). *¿Qué es la biorremediación?* Coyoacán: Universidad Nacional Autónoma de México.

Josse, C. (2000). LOS SUELOS DEL PÁRAMO. 5.

Lagos, T. (2020). *Evaluación de arsénico en suelos agrarios y cultivos en relación al riego con agua contaminada por efluentes mineros del centro poblado de Castrovirreyna.* . Huancayo: Universidad Continental.

Ley para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad. (2015). Obtenido de <http://www.oas.org/dsd/EnvironmentLaw/Serviciosambientales/Ecuador/Leyparalaconservacion.pdf>

Llambí, L. (2012). Biomasa microbiana y otros parámetros edáficos en una sucesión secundaria de los páramos venezolanos. *Ecotrópicos*, 11(2), 1-14.

MAE. (2013). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Obtenido de https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

Marín, E. G. (2012). Dinámica del Agua en Andisoles Bajo Condiciones de Ladera. *scielo*, 3. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n2/v65n2a20.pdf>

Nikolay Aguirre, J. T. (12 de Diciembre de 2013). *Comunidad Andina*. Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/Gu%C3%ADa-Metodo1%C3%B3gica-restauracion-p%C3%A1ramos.pdf>

Pinot, R. (2000). *Manual de edafología*. Chile: Alfa Omega grupo editor.

Plaster, E. (2004). Diagnóstico de la Densidad aparente en relación con otras propiedades físicas del suelo en tres sistemas productivos y bosque nativo, en terrazas altas del piedemonte llanero. *Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela*, 7(5), 34.

- Pourrut, P. (1983). *El Agua en el Ecuador*. Obtenido de https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/divers2/010014823.pdf
- PRAA. (2013). *PRAA y su finalidad*. Obtenido de <https://praa.css.gob.pa/acerca-del-praa/#:~:text=Es%20un%20Sistema%20de%20Pensiones,la%20Caja%20de%20Seguro%20Social>.
- Pruna, J. (2016). *Determinación de los efectos ocasionados por el pastoreo bovino sobre la fertilidad del suelo natural del páramo de Salayambo, provincia Cotopaxi, periodo 2015 - 2016*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Puga, C. (2022). *Diseño de estrategias para conservación del páramo en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta mediante análisis de conflictos de uso del suelo*. Ibarra: Universidad Técnica del Norte.
- Ramírez, J. (2015). Densidad básica de la madera de dos pinos y su relación con propiedades edáficas. *Madera y bosques*, 21(1), 129-138.
- Recalde, B. (2015). *Propiedades físico-químicas del suelo como instrumentos de evaluación a las estrategias de restauración implementadas en áreas degradadas de páramo, caso de estudio: microcuencas Antisana y Pita*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Recalde, B. L. (2015). *Propiedades físico-químicas del suelo como instrumentos de evaluación a las estrategias de restauración implementadas en áreas degradadas de páramo, caso de estudio: microcuencas Antisana y Pita*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Recalde, M. (2015). *Propiedades físico-químicas del suelo como instrumentos de evaluación a las estrategias de restauración implementadas en áreas degradadas de páramo, caso de estudio: microcuencas Antisana y Pita*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Saquina, M. A. (2019). *Implementación del proceso de conservación de la estructura de la capa de rodadura de la vía Cevallos - Mocha en el tramo km 4 + 960 hasta km 9 + 920 de la provincia de Tungurahua*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Silva, L. (2007). *Diagnóstico de bienes y servicios ambientales del páramo de belmira*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos.

- Suin, A. (2014). *Evaluación de la influencia físico-química en la aplicación de un abono orgánico- mineral de liberación controlada en el desempeño productivo de una mezcla forrajera*. Cuenca: Digital INIAP.
- Tapia, L. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 097-A*. Quito: Ministerio de Ambiente.
- Telenchana, J. (2018). *Evaluación de sustratos alternativos a base de cascarilla de arroz y compost en plántulas de pimiento*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato .
- Villabona, C. (2018). *Evaluación de cumplimiento en la primera etapa del proyecto “implementación de acciones de conservación y restauración de los complejos de páramo, bosque alto andino y servicios ecosistémicos de la región central”, en la ciudad de Bogotá localidad de Usme*. Bogotá: Universidad Libre.
- William, M. (2017). Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1171/TP%20-%20UNH%20ZOOT.%200131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Williamson, J. (2022). *Universidad de Clemson*. Obtenido de <https://hgic.clemson.edu/author/jwwill/>

20. ANEXOS

Anexo 1 Toma de muestras parcela 1



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 2 Toma de muestras parcela 2



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 3 Toma de muestras parce 3



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 4 Entrega de muestras



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 5 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 1



Fuente: Salazar y Vilatuña,

2022

Anexo 6 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 2



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 7 Procedimiento de la mezcla de aditivos de la parcela 3



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 8 Remediación con paja en la parcela 1



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 9 Remediación con paja en la parcela 2



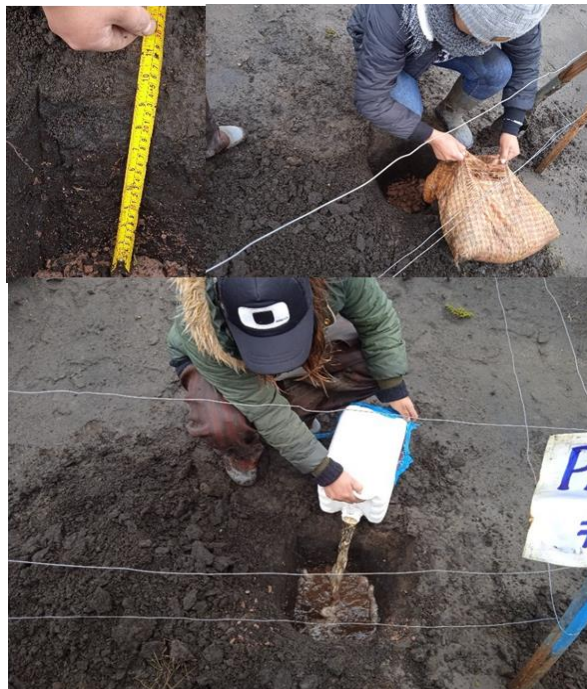
Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 10 Remediación con paja en la parcela 3



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 11 Prueba de infiltración en la parcela 1



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 12 Prueba de infiltración en la parcela 2



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Parcela 3

Anexo 13 Procedimiento prueba de infiltración



Fuente: Salazar y Vilatuña, 2022

Anexo 14 Presupuesto

MATERIALES		TOTAL
FUNDAS	3,00	
SPRAYS 3	9,00	
BALANZA	6,00	18,00
TRANSPORTE SUBIDA AL LUGAR DE ESTUDIO		
5-may	10,00	
3-jun	20,00	
27-jul	20,00	50,00
GASTOS LABORATORIO		
SEIDLABORATORY	268,40	
TRANSPORTE	10,00	
AGROCALIDAD	113,65	
TRANSPORTE	10,00	402,05
TOTAL, GASTOS		470,05

Anexo 15 Análisis de laboratorio de Agrocalidad

	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

 Informe N°: LN-SFA-E22-0961
 Fecha emisión Informe: 27/07/2022
DATOS DEL CLIENTEPersona o Empresa solicitante¹: Ana SalazarDirección¹: PifoProvincia¹: PichinchaCantón¹: QuitoTeléfono¹: 0967635432Correo Electrónico¹: anita_gab05@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0785

N° Factura/Documento: 026-001-14153

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : ----		
Provincia ¹ : Pichincha	Coordenadas ¹ :	X: ----
Cantón ¹ : Quito		Y: ----
Parroquia ¹ : Pintag		Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Ana Salazar		
Fecha de muestreo ¹ : 10-07-2022	Fecha de inicio de análisis: 14-07-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 14-07-2022	Fecha de finalización de análisis: 27-07-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1133	Parcela 1	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	6,06
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	10,68
		Humedad*	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	90,40
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	0,52
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,02
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	58
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	6
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Limoso

Analizado por: Edison Vega, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha.
 Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Informe revisado por: Luis Cacuango
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA					
	PARÁMETRO	MO (%)			
	BAJO	< 1,0			
	MEDIO	1,0 - 2,0			
	ALTO	> 2,0			
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002



Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliars y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 5
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E22-0761
 Fecha emisión Informe: 20/06/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Ana Salazar

Teléfono¹: 0967635432

Dirección¹: Pifo

Correo Electrónico¹:

ana.salazar1502@utc.edu.ec

Provincia¹: Pichincha

Cantón¹: Quito

N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0677

N° Factura/Documento: 026-001-13842

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : ----		
Provincia ¹ : Pichincha	Coordenadas ¹ :	X: ----
Cantón ¹ : Quito		Y: ----
Parroquia ¹ : Pintag		Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Ana Salazar		
Fecha de muestreo ¹ : 03-06-2022	Fecha de inicio de análisis: 07-06-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 07-06-2022	Fecha de finalización de análisis: 20-06-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-0913	P 2	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,79
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	7,04
		Humedad*	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	55,33
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,35
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	60
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	36
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	4
		Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso

Analizado por: Edison Vega, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-F001
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE LEN 09.003

Informe N°: LN-SFA-E22-0962
 Fecha emisión Informe: 27/07/2022

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante¹: Ana Salazar

Dirección¹: Pifo

Provincia¹: Pichincha

Cantón¹: Quito

Teléfono¹: 0967635432

Correo Electrónico¹: anita_gab05@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: SFA-22-CGLS-0785

N° Factura/Documento: 026-001-14153

DATOS DE LA MUESTRA:

Tipo de muestra ¹ : Suelo	Conservación de la muestra: Lugar fresco y seco	
Cultivo ¹ : ----		
Provincia ¹ : Pichincha	Coordenadas ¹ :	X: ----
Cantón ¹ : Quito		Y: ----
Parroquia ¹ : Pintag		Altitud: ----
Muestreado por ¹ : Ana Salazar		
Fecha de muestreo ¹ : 10-07-2022	Fecha de inicio de análisis: 14-07-2022	
Fecha de recepción de la muestra: 14-07-2022	Fecha de finalización de análisis: 27-07-2022	

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA ¹	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-22-1134	Parcela 3	pH a 25 °C	Electrométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	5,67
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	9,13
		Humedad*	Gravimétrico PEE/SFA/24	%	67,11
		Densidad Aparente*	Gravimétrico PEE/SFA/23	g/ml	0,55
		Densidad Real*	Picnómetro PEE/SFA/25	g/ml	2,06
		Arena*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	58
		Limo*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	34
		Arcilla*	Bouyoucos PEE/SFA/20	%	8
Clase Textural*	Cálculo PEE/SFA/20	---	Franco Arenoso		

Analizado por: Edison Vega, Luis Cacuango

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

 AGROCALIDAD AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 023828860 Ext. 2080	PGT/SFA/09-FO01
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Rev. 5 Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Informe revisado por: Luis Cacuango
- El laboratorio no es responsable del muestreo por lo que los resultados se aplican a la muestra como se recibió.
- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA					
PARÁMETRO	MO (%)				
BAJO	< 1,0				
MEDIO	1,0 - 2,0				
ALTO	> 2,0				

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN SIERRA Y COSTA					
	ÁCIDO	LIGERAMENTE ÁCIDO	PRÁCTICAMENTE NEUTRO	LIGERAMENTE ALCALINO	ALCALINO
pH	≤ 5,5	> 5,5 – 6,5	> 6,5 – 7,5	> 7,5 – 8,0	> 8,0

FUENTE: INIAP. 2002



Q. A. Luis Cacuango
Responsable de Laboratorio
Suelos, Foliares y Aguas

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.

¹ Datos suministrados por el cliente: el laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Anexo 16 Análisis Seidlaboratory



INFORME DE ENSAYO NR. 256127

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	ANA SALAZAR		
DIRECCION:	YARUQUI		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO, PARCELA 1		
TIPO DE PRODUCTO:	SUELO, PARCELA 1		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	FUNDAS ZIPLOC	FORMA DE CONSERVACION:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	256127-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	1100.7g
FECHA RECEPCION:	22/07/15	FECHA INICIO ENSAYO:	22/07/15
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 20 ° C	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

GRANULOMETRIA*	M. INTERNO	
	RESULTADO	
TAMIZ	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje retenido (%)
Malla 10	51.84	48.16
ENSAYOS FISICO QUIMICOS*	UNIDADES	RESULTADO
Arsénico	mg/kg	0.51

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

Datos tomados de GRANULOMETRIA pág. 5 / MIN-RG-12 pág. 694

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/07/25
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por ANA GABRIELA VALENCIA MURGUEYTIQ.
Fecha y hora: 2022-07-25 15:43:42

Página 1 de 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad: directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General: gerenciajeneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente: serviciocliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareh 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



INFORME DE ENSAYO NR. 256128

INFORMACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE			
CLIENTE:	ANA SALAZAR		
DIRECCION:	YARUQUI		
TIPO DE MUESTRA:	SUELO, PARCELA 3		
TIPO DE PRODUCTO:	SUELO, PARCELA 3		
FECHA DE ELABORACION:	ND	FECHA DE CADUCIDAD:	ND
LOTE:	ND	CONTENIDO DECLARADO:	ND
MATERIAL DE ENVASE:	FUNDAS ZIPLOC	FORMA DE CONSERVACIÓN:	AMBIENTE

INFORMACION DE LA MUESTRA			
CODIGO LABORATORIO:	256128-1	CONTENIDO ENCONTRADO:	818.3g
FECHA RECEPCION:	22/07/15	FECHA INICIO ENSAYO:	22/07/15
CONDICIONES AMBIENTALES DE LLEGADA DE LA MUESTRA:	Temperatura 20 °C	MUESTREO: Es responsabilidad del cliente y, los resultados aplican a la muestra entregada por el cliente tal como se recibió	

GRANULOMETRIA*	M. INTERNO	
TAMIZ	RESULTADO	
	Porcentaje que pasa (%)	Porcentaje retenido (%)
Malla 10	50.44	49.56
ENSAYOS FISICO QUIMICOS*	UNIDADES	RESULTADO
Arsénico	mg/kg	0.3

NS: No solicita el cliente/ ND: No declara.

Datos tomados de GRANULOMETRIA pág. 5 / MIN-RG-12 pág. 694

Los resultados expresados arriba tienen validez solo para la muestra analizada en condiciones específicas no siendo extensivo a cualquier lote.

El laboratorio no se responsabiliza por la representabilidad de la muestra respecto a su origen y sitio del cual fue tomado.

Este informe no será reproducido, excepto en su totalidad con la aprobación del Director Técnico

• **Tiempo de almacenamiento de informes:** Cinco años a partir de la fecha de ingreso de la muestra

Atentamente,

22/07/25
FECHA EMISION

Firmado digitalmente por ANA
GABRIELA VALENCIA MURGUEYTIQ.
Fecha y hora: 2022-07-25 15:44:11



Página 1 de 1

Confidencialidad e Imparcialidad

Seidlaboratory Cía. Ltda. asume la responsabilidad legal sobre la gestión de la información obtenida o creada durante la realización de actividades del laboratorio a partir de la(s) muestra(s) ensayada(s), información considerada como confidencial y de propiedad del cliente. Seidlaboratory Cía. Ltda. se compromete a usar dicha información únicamente de la manera y para los propósitos acordados por las partes; en caso de controversias, las partes se someterán al Centro de Mediación de la Cámara de Comercio de Quito.

Tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio

Muestras perecibles: 8 días calendario; Muestras no perecibles: 30 días calendario. Si desea repetición de algún parámetro, se debe generar una solicitud en el periodo estipulado.

Información

Para consultas, quejas o sugerencias, favor comunicarse a los siguientes correos:

Dirección de Calidad directordecalidad@seidlaboratory.com.ec; Gerencia General gerenciageneral@seidlaboratory.com.ec; Servicio al Cliente servicioalcliente@seidlaboratory.com.ec
Melchor Toaza N61-63 entre Av. del Maestro y Nazareth 022476314 - 022483145 - 0995450911 - 0992750633



Anexo 17 facturas de análisis de laboratorios

República
del EcuadorAgencia de Regulación y Control
Fito y Zootecnario

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

FACTURA

Razón social /	AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	R.U.C.:	1768188830001
RUC / CI:	1768188830001	FACTURA	
Fecha de emisión:	14/07/22 13:08	No. 026-001-000014153	
Localización:	Oficina Planta Central	NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:	1407202201176818883000120260010000141530000000314
Obligado a llevar	SI	Ambiente:	Producción
Agente de Retención:	SI	Emisión:	NORMAL
Resolución Nro. NAC-DNCRASC20-00000001		Clave de Acceso	
Observaciones:			
2 Muestras		1407202201176818883000120260010000141530000000314	

Razón social / Nombres y	Ana Salazar
Dirección:	Pifo
Identificación	1723211502
	Teléfonos: (96) 763-5432

CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	DESCUENTO	IVA	SUBSIDIO	VALOR SIN SUBSIDIO	TOTAL		
04.05.003	DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA. ANALISIS	2.0	7.0328	0.00	1.69	0.00	0,00	15.76		
04.05.017	DETERMINACION DE DENSIDAD APARENTE. ANALISIS	2.0	2.4878	0.00	0.60	0.00	0,00	5.58		
04.05.019	DETERMINACION DE DENSIDAD REAL. ANALISIS	2.0	4.6311	0.00	1.11	0.00	0,00	10.37		
04.05.005	DETERMINACION DE pH EN AGUA. ANALISIS	2.0	3.3172	0.00	0.80	0.00	0,00	7.43		
04.05.022	DETERMINACION DE TEXTURA. ANALISIS	2.0	3.7695	0.00	0.90	0.00	0,00	8.44		
04.05.023	DETERMINACION DE HUMEDAD. ANALISIS	2.0	2.434	0.00	0.58	0.00	0,00	5.45		
<<<<										
SUB-TOTAL	12	SUB-TOTAL 0%	DESCUENTO	IVA 12%	IVA 0%	ICE	T. IMPUESTOS	VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	AHORRO POR SUBSIDIO	VALOR TOTAL \$.: 53.03
47.34		0.00	0.00	5.68	0.00	0.00	5.68	53.03	0.00	

INFORMACIÓN	
Email:	ana.salazar1502@utc.edu.ec
Num. de	AGR-2022-000068635
Forma de pago:	Deposito: 906817
Para información o reclamos:	Comuníquese con el Centro de Atención al usuario, Teléfono: (593) 2 3828-860 ext: 2007, 2008, 2009 ó 1800247600
Recuerde:	Estimado Usuario, la fecha máxima para anulación de facturas es de 15 días calendario contados a partir de la fecha de autorización del SRI de conformidad a la normativa legal vigente SRI.

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
Código postal: 170518 / Quito Ecuador
Teléfono: 593-2-3828860 - www.agrocalidad.gob.ec






República
del Ecuador

Agencia de Regulación y Control
Fito y Zootecnario

AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO

FACTURA

Razón social /	AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL FITO Y ZOOSANITARIO	R.U.C.:	1768188830001
RUC / CI:	1768188830001	FACTURA	
Fecha de emisión:	7/06/22 9:49	No. 026-001-000013842	
Localización:	Oficina Planta Central	NÚMERO DE AUTORIZACIÓN:	0706202201176818883000120260010000138420000000110
Obligado a llevar	SI	Ambiente:	Producción
Agente de Retención:	SI	Emisión:	NORMAL
Resolución Nro. NAC-DNCRASC20-00000001		Clave de Acceso	
Observaciones:			
1 Muestra		0706202201176818883000120260010000138420000000110	

Razón social / Nombres y	Ana Salazar
Dirección:	Pifo
Identificación	1723211502
	Teléfonos: (96) 763-5432

CÓDIGO	CONCEPTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	DESCUENTO	IVA	SUBSIDIO	VALOR SIN SUBSIDIO	TOTAL		
04.05.003	DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA. ANALISIS	1.0	7.0328	0.00	0.84	0.00	0,00	7.87		
04.05.019	DETERMINACION DE DENSIDAD REAL. ANALISIS	1.0	4.6311	0.00	0.56	0.00	0,00	5.19		
04.05.005	DETERMINACION DE pH EN AGUA. ANALISIS	1.0	3.3172	0.00	0.40	0.00	0,00	3.72		
04.05.023	DETERMINACION DE HUMEDAD. ANALISIS	1.0	2.434	0.00	0.29	0.00	0,00	2.72		
04.05.022	DETERMINACION DE TEXTURA. ANALISIS	1.0	3.7695	0.00	0.45	0.00	0,00	4.22		
<<<<										
SUB-TOTAL	12	SUB-TOTAL 0%	DESCUENTO	IVA 12%	IVA 0%	ICE	T. IMPUESTOS	VALOR TOTAL SIN SUBSIDIO	AHORRO POR SUBSIDIO	VALOR TOTAL \$.: 23.72
21.18		0.00	0.00	2.54	0.00	0.00	2.54	23.72	0.00	

INFORMACIÓN	
Email:	ana.salazar1502@utc.edu.ec
Num. de	AGR-2022-000056819
Forma de pago:	Deposito: 416329
Para información o reclamos:	Comuníquese con el Centro de Atención al usuario, Teléfono: (593) 2 3828-860 ext: 2007, 2008, 2009 ó 1800247600
Recuerde:	Estimado Usuario, la fecha máxima para anulación de facturas es de 15 días calendario contados a partir de la fecha de autorización del SRI de conformidad a la normativa legal vigente SRI.

Dirección: Av. Eloy Alfaro N30-350 y Av. Amazonas
Código postal: 170518 / Quito Ecuador
Teléfono: 593-2-3828860 - www.agrocalidad.gob.ec



 SEIDLaboratory CÍA. LTDA. SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO	R. U. C.: 1792280788001 FACTURA No. 001501 - 000028560
	
SEIDLaboratory CÍA LTDA Matriz: MELCHOR TOAZA N61-63 Y AV MAESTRO Sucursal: MELCHOR TOAZA 2 Y AV. DEL MAESTRO Teléfonos: PBX: (593 2) 476314 E-mail: facturacion@seidlaboratory.com.ec Web: https://www.seidlaboratory.com.ec	Contibuyente Espec: No. de Autorización: 1507202201179228078800120015010000285601234567810 Clave de Acceso: 1507202201179228078800120015010000285601234567810 Ambiente: PRODUCCION Obligado a llevar contabilidad: SI
Agente de Retención Resolución Nro. NAC-DNCRASC20-0000001	

Razón Social / Apellidos y Nombres: ANA GABRIELA SALAZAR LIGÑA R. U. C. / C.I.: 1723211502 Dirección: PIFO Email: ana.salazar1502@utc.edu.ec	Fecha emisión: 15/07/2022	Fecha de vencimiento: 15/07/2022 Teléfono: 0967635432
---	----------------------------------	--

Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Dsct %	V/Total
00150	ARSENICO	2.00	35.00	0.00	70.00
01244	GRANULOMETRIA MALLA 10	2.00	25.00	0.00	50.00

Para consultar su factura electrónica ingrese y digite la clave de acceso en:
<https://declaraciones.sri.gob.ec/comprobantes-electronicos-internet/publico/validezComprobantes.jsf>

Forma Pago:

OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO Valor: 134.40 Plazo:0 Tiempodías

Observaciones:

OFERTA DE SERVICIOS NR. 2280-2022 MUESTRAS: SUELOS ING.ANA GABRIELA SALAZAR

Subtotal:	120.00
Subtotal 0% I.V.A.:	0.00
Subtotal No Objeto IVA:	0.00
Subtotal Exento IVA:	0.00
Subtotal 12% I.V.A.:	120.00
Descuento: 0 %	0.00
I.V.A. % 12	14.40
Propina:	0.00
TOTAL:	134.40

Vendedor: SEIDLaboratory

Recibí Conforme

Información Adicional

* Estimado cliente favor remitir el respectivo comprobante de retención dentro de los 5 días hábiles posterior a la emisión de la factura, según el artículo 50 de la LORTI. No se recibirá retenciones pasado este tiempo y se deberá cancelar el total de la factura.

* Estimado cliente sírvase realizar el depósito o transferencia a la siguiente cuenta:

Banco Produbanco Cuenta Corriente 2009019614

Una vez realizado su depósito o transferencia enviar la notificación del pago al correo: creditoycobranza@seidlaboratory.com.ec

 SEIDLaboratory CÍA. LTDA. SERVICIO INTEGRAL DE LABORATORIO	R. U. C.: 1792280788001 FACTURA No. 001501 - 000027937
	
SEIDLaboratory CIA LTDA Matriz: MELCHOR TOAZA N61-63 Y AV MAESTRO Sucursal: MELCHOR TOAZA 2 Y AV. DEL MAESTRO Teléfonos: PBX: (593 2) 476314 E-mail: facturacion@seidlaboratory.com.ec Web: https://www.seidlaboratory.com.ec	Contibuyente Espec: No. de Autorización: 0606202201179228078800120015010000279371234567816 Clave de Acceso: 0606202201179228078800120015010000279371234567816 Ambiente: PRODUCCION Obligado a llevar contabilidad: SI
Agente de Retención Resolución Nro. NAC-DNCRASC20-00000001	

Razón Social / Apellidos y Nombres: ANA SALAZAR R. U. C. / C.I.: 1723211502 Dirección: YARUQUI Email: ana.salazar1502@utc.edu.ec	Fecha emisión: 06/06/2022 Fecha de vencimiento: 06/06/2022 Teléfono: 0967635432
---	--

Código	Descripción	Cantidad	P. Unitario	Dscst %	V/Total
00150	ARSENICO	1.00	35.00	0.00	35.00
01244	GRANULOMETRIA MALLA 10	1.00	25.00	0.00	25.00

Para consultar su factura electrónica ingrese y digite la clave de acceso en:
<https://declaraciones.sri.gov.ec/comprobantes-electronicos-internet/publico/validezComprobantes.jsf>

Forma Pago:

OTROS CON UTILIZACION DEL SISTEMA FINANCIERO Valor: 67.20 Plazo:0 Tiempo:días

Observaciones:

OFERTA DE SERVICIOS NR. 2060 II-2022 MUESTRA: SUELO ING.ANA GABRIELA SALAZAR

Subtotal:	60.00
Subtotal 0% I.V.A.:	0.00
Subtotal No Objeto IVA:	0.00
Subtotal Exento IVA:	0.00
Subtotal 12% I.V.A.:	60.00
Descuento: 0 %	0.00
I.V.A. % 12	7.20
Propina:	0.00
TOTAL:	67.20

Vendedor: SEIDLaboratory

Recibi Conforme

Información Adicional

* Estimado cliente favor remitir el respectivo comprobante de retención dentro de los 5 días hábiles posterior a la emisión de la factura, según el artículo 50 de la LORTI. No se recibirá retenciones pasado este tiempo y se deberá cancelar el total de la factura.

* Estimado cliente sírvase realizar el depósito o transferencia a la siguiente cuenta:

Banco Produbanco Cuenta Corriente 2009019614

Una vez realizado su depósito o transferencia enviar la notificación del pago al correo: creditocobranza@seidlaboratory.com.ec

Anexo 18. Acuerdo ministerial 097.A

ANEXO 2 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS

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

Anexo 19. Aval del Traductor