



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA
SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA**

AUTORES:

**JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY
RONALD POLIVIO LOOR LOOR**

TUTOR:

ING. FRANCISCO JAVIER VELÁSQUEZ INTRIAGO, D. Sc

CALCETA, JULIO DE 2024

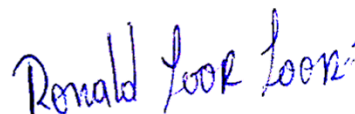
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo **JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY**, con cédula de ciudadanía **131452279-6** y **LOOR LOOR RONALD POLIVIO**, con cédula de ciudadanía **131570731-3**, declaramos bajo juramento que el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA** es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedo a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



Jerson José Espinoza Pilay
CC: 131452279-6



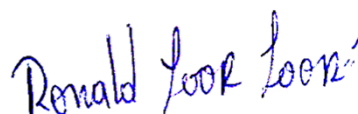
Loor Loor Ronald Polivio
CC: 131570731-3

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY**, con cédula de ciudadanía **131452279-6** y **LOOR LOOR RONALD POLIVIO**, con cédula de ciudadanía **131570731-3**, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



Jerson José Espinoza Pilay
CC: 131452279-6



Loor Loor Ronald Polivio
CC: 131570731-3

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

ING. FRANCISCO JAVIER VELÁSQUEZ INTRIAGO, D. SC., certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA**, que ha sido desarrollado por **JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY** y **RONALD POLIVIO LOOR LOOR**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Francisco Javier Velásquez Intriago, D.Sc.

CC: 130948391-3

TUTOR

CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, José Miguel Giler Molina, Coordinador del Grupo de investigación Grupo de Investigación de Recursos Naturales, Biodiversidad y Desarrollo Sostenible (GIRBDS). certifico que los estudiantes, **JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY** y **RONALD POLIVIO LOOR LOOR**, realizaron su Trabajo de Integración Curricular titulado: **“CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA”** previo a la obtención del título de INGENIERO AMBIENTAL. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del programa de investigación titulado **“ESPACIO INTEGRAL SOSTENIBLE EN EL BOSQUE POLITÉCNICO – CIIDEA, ESPAM MFL”**, registrado en la Secretaría Nacional de Planificación con CUP 91880000.0000.388096.

Ing. José Miguel Giler Molina, M.Sc.
COORDINADOR DEL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN GIRBDS
CC: 131065676-2

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: **CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA**, que ha sido desarrollado por **JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY** y **RONALD POLIVIO LOOR LOOR**, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS DE GRADO** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Blga. María Fernanda Pincay Cantos,
M.Sc.
CC: 092175728-2
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL

Ing. Jonathan Gerardo Chicaiza
Intriago, M.Sc.
CC: 131211192-3
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Sergio Santiago Alcívar
Pinargote, M.Sc.
CC: 130897379-9
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Agradecemos en primer lugar a Dios por ser la guía y pilar fundamental en nuestras vidas, por brindarnos sabiduría y salud para culminar de la mejor manera nuestro trabajo de titulación y carrera universitaria, por habernos brindado fortaleza para afrontar cada obstáculo en esta etapa universitaria.

A nuestros padres, por brindarnos el apoyo no solo económico sino también moral en cada paso y decisión que hemos tomado a lo largo de nuestra vida, en especial en esta gran decisión de realizar nuestros estudios superiores. A nuestros familiares por ser fuente de apoyo y motivación para culminar nuestra carrera universitaria a lo largo de todos estos años.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López por abrirnos las puertas y darnos la oportunidad de crecer como persona a través de una educación de calidad, forjando nuestros conocimientos profesionales día a día.

A nuestros docentes por brindarnos sus conocimientos sin reservas, con profesionalismo y empatía, contribuyendo en nuestra formación tanto profesional como personal. Y con una especial mención al técnico Alfredo Pinargote por la predisposición de su tiempo y lugar para ayudarnos en todas las labores de campo.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico con mucho cariño a Dios y a mis padres; A Dios por haberme guiado en cada paso que doy, por brindarme salud y fuerzas para no desmayar en los momentos complicados de mi vida y por permitirme culminar esta maravillosa etapa.

A mis padres José Espinoza y Mariana Pilay, que, con su apoyo incondicional, amor y confianza, principios y valores inculcados me han enseñado a ser quien soy. Enseñanzas que me han permitido culminar mi carrera universitaria, ya que sin estas nada de esto fuera posible, este logro es dedicado para ustedes, sobre todo, gracias por siempre estar para mí.

A mis hermanos Erick y Jesús Espinoza Pilay y a mi hermana Yarizma Espinoza Pilay, por ayudarme y estar conmigo en momentos difíciles de mi carrera, alentándome y enseñándome el significado e importancia de la amistad y la verdad. A cada miembro de mi familia, por siempre apoyarme con sus experiencias y consejos para superar los obstáculos de la vida.

A mis amigos y amigas por siempre estar a mi lado, por sus consejos y apoyo mutuo, por cada momento compartido en esta hermosa etapa universitaria, por ser parte fundamental de mi desarrollo como persona.

Finalmente me dedico este trabajo a mí, por el esfuerzo y dedicación brindado, por esos momentos de sufrimiento y desesperación, por caer y levantarme, por la constancia y determinación en estos años de estudios universitarios.

Jerson José Espinoza Pilay

DEDICATORIA

A Dios por darme salud y vida para avanzar constantemente y cumplir una de mis metas más anheladas.

A mis padres Polivio Loor y Jessenia Intriago, por su apoyo incondicional, por todo su amor, trabajo y dedicación en toda esta etapa universitaria, gracias a ustedes por creer en mí y ayudarme a convertirme en un profesional,

A mi hermana Erika Loor por estar siempre presente en aquellos momentos difíciles y enseñarme a trabajar incansablemente por mis metas,

A mi novia por toda la motivación y disciplina que me dio para sobrepasar los obstáculos presentes en el extenso camino hacia alcanzar mi título de tercer nivel.

Ronald Polivio Loor Loor

CONTENIDO GENERAL

CARATULA	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN.....	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO GENERAL	x
CONTENIDO DE TABLAS.....	xii
CONTENIDO DE FIGURAS	xiii
CONTENIDO DE ECUACIONES.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	3
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	5
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. IDEA A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. USO Y COBERTURA DEL SUELO.....	6
2.1.1. CAMBIOS DE USOS DE SUELO	6
2.2. CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS	7
2.2.1. CLASES DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	7
2.3. CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO	9
2.3.1. SUELOS SIN CONFLICTO DE USO O USO ADECUADO (A)	10
2.3.2. SUELOS CON CONFLICTO DE USO O USO INADECUADO.....	10

2.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	11
2.4.1. COMPONENTES DE UN SIG	11
2.4.2. ARCGIS.....	12
2.4.3. CARTOGRAFÍA.....	12
2.4.4. MAPAS TEMÁTICOS	12
2.5. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE TIERRAS CLIRSEN.....	12
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	30
3.1. UBICACIÓN	30
3.2. DURACIÓN	30
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	31
3.4.1. MÉTODOS	31
3.4.2. TÉCNICAS	32
3.5. VARIABLES DE ESTUDIOS	33
3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	33
3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	33
3.6. PROCEDIMIENTOS.....	33
3.6.1. FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA	33
3.6.2. FASE II: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA	35
3.6.3. FASE III: ESTABLECIMIENTO DE LOS CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS DE USOS DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA.....	44
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA	48
4.2. FASE II: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA	50
4.3. FASE III: ESTABLECIMIENTO DE LOS CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS DE USOS DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA	55
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
5.1. CONCLUSIONES.....	58
5.2. RECOMENDACIONES	59

BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	61

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 2.1. Categorización de uso y cobertura del suelo.	6
Tabla 2.2. Clase de capacidad de uso del suelo.....	8
Tabla 2.3. Variables seleccionadas.	13
Tabla 2.4. Descripción y simbología de tipos de pendientes.	14
Tabla 2.5. Clase de capacidad de uso por pendiente.....	14
Tabla 2.6. Grados de erosión del suelo.	15
Tabla 2.7. Clase de capacidad de uso del suelo por erosión actual.	15
Tabla 2.8. Categorías de pedregosidad de los suelos.	16
Tabla 2.9. Clase de capacidad de uso del suelo por la pedregosidad.	16
Tabla 2.10. Niveles de salinidad del suelo.....	17
Tabla 2.11. Clase de capacidad de uso del suelo por salinidad.	17
Tabla 2.12. Escala de clasificación de los suelos según su pH.	18
Tabla 2.13. Clases y subclases de textura, según el triángulo textural.....	19
Tabla 2.14. Agrupación de clases y subclases de texturas.	19
Tabla 2.15. Categorías de profundidad efectiva de los suelos.	20
Tabla 2.16. Clase de capacidad de uso del suelo en base a la profundidad efectiva.....	21
Tabla 2.17. Niveles de fertilidad natural.....	21
Tabla 2.18. Estimación de fertilidad para suelos de la Costa.....	22
Tabla 2.19. Clase de capacidad de uso del suelo por fertilidad.	22
Tabla 2.20. Categorías de toxicidad de los suelos.....	23
Tabla 2.21. Niveles de toxicidad del suelo (Acidez).....	23
Tabla 2.22. Niveles de toxicidad del suelo (Carbonatos).	24
Tabla 2.23. Clase de capacidad de uso del suelo por toxicidad.	24
Tabla 2.24. Clases de drenaje en los suelos.	25
Tabla 2.25. Clase de capacidad de uso del suelo por el drenaje.....	25
Tabla 2.26. Duración de inundación.	26
Tabla 2.27. Clase de capacidad de uso del suelo por periodos de inundación. ..	26

Tabla 2.28. Régimen de temperatura del suelo.	27
Tabla 2.29. Clase de capacidad de uso del suelo en función al régimen de temperatura.	27
Tabla 2.30. Parámetros por variable para definir las clases de capacidad de uso del suelo.	29
Tabla 3.31. Variables seleccionadas para la investigación.	36
Tabla 3.32. Modificación por variable para definir las clases de capacidad de uso del suelo.	43
Tabla 3.33. Esquema de matriz decisión.	45
Tabla 4.34. Variables correspondientes a la cobertura y uso del suelo del Lote 1 de CIIDEA.	51
Tabla 4.35. Clases de capacidad del suelo en el área de estudio.	53
Tabla 4.36. Conflictos de uso del suelo en el Lote 1 de CIIDEA.	55

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio.	30
Figura 3.2. Triángulo textural.	39
Figura 4.3. Mapa de cobertura y uso actual del suelo.	48
Figura 4.4. Mapa de puntos de muestreo y parcelas.	50
Figura 4.5. Mapa de capacidad de uso de suelo.	54
Figura 4.6. Mapa de conflictos de usos del suelo.	56

CONTENIDO DE ECUACIONES

Ec. 3.1. Pendiente.	36
Ec. 3.2. % de arena.	38
Ec. 3.3. % de arcilla.	38
Ec. 3.4. % de limo.	38
Ec. 3.5. Coeficiente de permeabilidad.	41

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue diagnosticar los conflictos de usos del suelo del lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL como aporte a la sostenibilidad agroproductiva del mismo; mediante la observación directa, georreferenciación del área y las imágenes tomadas por dron se identificó la cobertura y uso actual del suelo, la metodología de evaluación de tierras CLIRSEN permitió determinar las clases de capacidad a partir de los análisis físicos-químicos de las siguientes variables: pendiente, textura, pedregosidad, salinidad y drenaje. A partir de estos datos se llevó a cabo un análisis mediante una matriz de decisión la cual permito establecer los conflictos de usos del suelo. Los resultados obtenidos revelan que en el Lote 1 el uso predominante es el de conservación y protección con 71%, seguido de uso pecuario en un 29%; las clases de capacidad indican que los suelos del área presentan potencial para ser utilizado con fines agrícolas y pecuarios en un 71% y en un 29% se recomienda un uso destinado a la preservación de los recursos naturales, finalmente se estableció que el 29% de los suelos se encuentran en conflicto por sobreutilización ligera y el 71% restante en conflictos por subutilización, mismo que supera el 50% expuesto en la idea a defender. No obstante, en respuesta a los conflictos determinados se elaboró una guía de alternativas para el manejo y uso de los suelos como aporte a la sostenibilidad agroproductiva del área.

PALABRAS CLAVE

Cobertura vegetal, clases agrológicas, sobreutilización.

ABSTRACT

The objective of the research was to diagnose the land use conflicts of lot 1 of CIIDEA at ESPAM MFL as a contribution to the agro-productive sustainability of the same; through direct observation, georeferencing of the area and images taken by drone, the coverage and current land use were identified, the CLIRSEN land evaluation methodology allowed determining the capacity classes from the physical-chemical analysis of the following variables: slope, texture, stoniness, salinity and drainage. Based on these data, an analysis was carried out using a decision matrix which allowed the establishment of land use conflicts. The results obtained reveal that in Lot 1 the predominant use is conservation and protection with 71%, followed by livestock use with 29%; the capacity classes indicate that 71% of the soils in the area have the potential to be used for agricultural and livestock purposes and 29% are recommended for natural resource preservation; finally, it was established that 29% of the soils are in conflict due to slight overuse and the remaining 71% are in conflict due to underuse, which exceeds the 50% stated in the idea to be defended. Nevertheless, in response to the conflicts identified, a guide of alternatives for the management and use of soils was prepared as a contribution to the area's agro-productive sustainability.

KEY WORDS

Vegetation cover, agrologic classes, overutilization.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Desde un punto de vista convencional el crecimiento demográfico y económico se perciben como externalidades negativas que generan impactos adversos sobre el medio ambiente y sus recursos. Dentro de este contexto, tanto la urbanización como la conversión de bosques a tierras cultivables son factores que influyen considerablemente en el cambio de uso de suelos a nivel mundial (Nadal y Aguayo, 2020). En consecuencia, de esto, las fronteras agrícolas y ganaderas de las zonas rurales, han experimentado una expansión significativa sobre áreas con presencia de cobertura vegetal natural, y a su vez han generado nuevos conflictos de usos de suelo (Pabón, 2022).

La sobreutilización de suelos con alta fragilidad generan problemas de degradación que afecta la capacidad que estos tienen para soportar la vida, según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2015) el 33% de los suelos a nivel mundial se encuentran de moderadas a altamente degradadas, lo que concuerda con lo mencionado por Acevedo et al. (2021) quienes indican que la mayoría de los suelos a nivel mundial presentan un estado de degradación elevado.

De acuerdo con Montiel e Ibrahim (2015) en América Latina existen aproximadamente 576 millones de hectáreas de tierras cultivables, de las cuales más de la mitad se han visto afectadas por procesos de degradación debido a la sobreexplotación y cambios en el uso de la misma. Otro factor que influye en los conflictos de usos del suelo en los países de América Latina es la subutilización, la cual se presenta en áreas donde el agroecosistema dominante no corresponde con la vocación o capacidad de uso que presenta el suelo (Espinosa et al., 2022).

Nuestro país no se encuentra exento ante esta problemática, al contrario, Espinosa et al. (2022) mencionan que, en el Ecuador cerca de 1.704.686 ha presentan algún grado de subutilización, lo que equivale al 7 % del área total continental, así mismo 3.818.036 ha aproximadamente, presentan conflictos por sobreutilización de los suelos lo cual corresponde al 52% del área intensamente alterada del territorio.

Según Hernández et al. (2017) en la provincia de Manabí, la expansión de la frontera agrícola y el aumento de las actividades pecuarias han generado degradación de los suelos por erosión, como consecuencia de los cultivos intensivos y sobrepastoreo. Por su parte Cartaya et al. (2018) mencionan que en Manabí existen suelos con alto potencial agrícola y pecuario, sin embargo, destaca que la incorrecta planificación y gestión de este recurso ha provocado un aumento en la cantidad de suelos con problemas de sobreutilización y subutilización.

Viteri y Zambrano (2016) indican que en el cantón Bolívar, la ausencia de información técnica sobre el correcto uso de los suelos condiciona el rendimiento de los cultivos y al mismo tiempo afecta la sostenibilidad ambiental, información que concuerda con lo expresado por Mesías et al. (2018), donde se menciona que las actividades agropecuarias practicadas en el cantón Bolívar al ser de carácter intensivo generan un deterioro en la calidad de los suelos.

Dada la problemática expuesta se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo el diagnóstico de los conflictos actuales de uso de los suelos aporta a la sostenibilidad agroproductiva en el lote 1 de CIIDEA (Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario) de la ESPAM MFL?

1.2. JUSTIFICACIÓN

Los recursos naturales representan la base de la vida y el desarrollo de las sociedades, ya que, han sido aprovechados por el ser humano desde la antigüedad para satisfacer las necesidades de subsistencia, que van desde alimentación y salud, hasta las necesidades económicas (Lalvay y Orellana, 2018). Es por ello que tanto las instituciones públicas y privadas se enfrentan al reto de planificar y conseguir soluciones prácticas para la preservación, recuperación y manejo sostenible de los recursos, con la finalidad de no poner en riesgo su aprovechamiento futuro (Beltrán y Cárdenas, 2019).

Bajo este contexto y desde una perspectiva ambiental, la presente investigación se convierte en un elemento primordial para enfrentar la degradación del medio ambiente y de los suelos plantados, reduciendo así la deforestación masiva que han sufrido estos en ciertos territorios del país (Valderrama, 2014). Por su parte, Bottger (2020) señala que determinar los conflictos de usos del suelo representa una herramienta de gran ayuda para la planificación de acciones, ya que se encaminan a la conservación, recuperación y protección de los recursos naturales para garantizar de manera sostenible la disponibilidad de estos recursos a la población.

Desde el ámbito socioeconómico, la investigación ayudó a establecer las condiciones en la calidad de uso del suelo dentro del Lote 1 de CIIDEA, planteando prácticas de manejo factibles, rápidas y económicamente rentable, consolidándose como una alternativa viable para los pequeños y medianos productores, ya que se contribuye en la mejora de la productividad del sector agropecuario y la seguridad alimentaria de manera sostenible, y por ende se optimiza su economía (Cruz, 2014; González, 2018).

Desde el punto de vista legal, la investigación contribuyó a lo determinado en la Constitución de la República del Ecuador (2008) en el art 409, donde se menciona que “es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil” y en el art 410, en el cual se estipula que “El Estado brindará a los agricultores y a las comunidades rurales apoyo para la conservación y

restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que los protejan y promuevan la soberanía alimentaria”.

A su vez se contribuye con lo establecido en el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) aportando información técnica para el cumplimiento del art 466, el cual establece como obligatorio la elaboración de un Plan de Ordenamiento que oriente el proceso urbano y territorial de un cantón para conseguir un desarrollo armónico, sustentable y sostenible, mediante la correcta utilización de los recursos naturales, organización de espacio, infraestructura y actividades conforme a su uso, con la finalidad de mejorar y obtener una buena calidad de vida de la población (Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización [COOTAD], 2010).

Así mismo, la investigación se sustentó en lo estipulado en la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, donde se expresa que es necesario combatir contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados para así conseguir un mundo con efecto imparcial en la degradación del suelo (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar los conflictos de usos del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva en el lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la cobertura y uso actual del suelo en el lote 1 de CIIDEA en la organización del uso del suelo.
- Determinar la capacidad de usos del suelo en el lote 1 de CIIDEA para la identificación de las clases agrológicas.
- Establecer los conflictos y alternativas de usos del suelo en el lote 1 de CIIDEA como aporte a la sostenibilidad agroproductiva.

1.4. IDEA A DEFENDER

Los suelos con intervención antrópica en el lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL se encuentran alrededor de un 50% por conflicto de subutilización de su agroecosistema.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. USO Y COBERTURA DEL SUELO

El término cobertura del suelo hace referencia a la descripción física de la capa superficial del mismo, lo que incluye vegetación, áreas sin vegetación y zonas humanas, por otra parte, el término uso del suelo, se refiere a la caracterización por actividades antropogénicas que modifican, manejan, conservan y usan los tipos o estados de coberturas del suelo (Barrantes y Sandoval, 2016). De la misma forma Cerrón et al. (2019) establecen que la cobertura del suelo se define como los materiales y entidades bióticas que se observan sobre la superficie terrestre, y el uso del suelo se refieren a los arreglos y actividades que las poblaciones humanas realizan con distintos objetivos de manejo.

Sánchez (2017) elaboró una reclasificación de la cobertura con base al uso del suelo para las condiciones de Ecuador descritas a continuación en la Tabla 2.1:

Tabla 2.1. Categorización de uso y cobertura del suelo.

Uso del suelo	Tipo de cobertura
Agrícola	Cultivos anuales
	Cultivos semipermanentes
	Cultivos permanentes
	Pasto cultivado
Pecuario	Vegetación arbustiva (pastoreo)
	Vegetación herbácea (pastoreo)
Agroforestal	Pasto cultivado con presencia de árboles
Forestal	Plantación forestal (producción)
	Plantación forestal (conservación – producción)
Conservación y/o protección	Bosque nativo
	Páramo
	PANE*
	Vegetación arbustiva (conservación)
	Vegetación herbácea (conservación)

PANE*: Patrimonio de Áreas Naturales del Estado

Fuente: Sánchez (2017)

2.1.1. CAMBIOS DE USOS DE SUELO

Según Molina y Villalva (2022) el cambio de uso de suelo está asociado a una serie de actividades humanas de carácter económico, social y cultural, como la ganadería, la agricultura, la deforestación y el crecimiento demográfico, los cuales

provocan cambios negativos en el suelo, que puede resultar en bajos rendimientos del cultivo, pérdida de biodiversidad y degradación del suelo. Para López et al. (2015) los cambios antropogénicos más significativos son el uso de suelo de bosque a pastizal y de pastizal a agricultura.

Según García (2019) para entender el cambio en el uso de suelo, es necesario que se tengan presentes los siguientes factores:

- Vínculo entre el comportamiento de la sociedad y su interacción con el uso del suelo.
- Comprensión del tipo de relaciones que establece la sociedad con su ambiente.
- Inclusión de un criterio multitemporal para incorporar los eventos pasados y presentes, en el contexto de la interacción de la sociedad con el ambiente.

2.2. CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS

La capacidad de uso de suelo es una clasificación técnica interpretativa, que se basa y fundamenta en los efectos combinados del clima y las características permanentes que presenta el suelo. Esta clasificación busca la agrupación de los suelos en clases de capacidad de uso, para determinar la adaptabilidad que presentan estas a ciertos cultivos e identificar las dificultades y limitaciones de uso, la capacidad productiva, requerimientos de manejo y los riesgos que implican su utilización (Fadda, 2017; Zelada y Maquire, 2005).

Los suelos de una misma clase de capacidad son similares únicamente con respecto al grado de limitaciones de uso y el riesgo que estas presenten a deteriorarse, una clase de capacidad de uso puede incluir varias clases de suelos, los cuales involucran distintas prácticas de manejo, es decir no se pueden hacer generalizaciones con respecto a cultivos específicos y prácticas de manejo (Guerra, 2018).

2.2.1. CLASES DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO

El Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] (2017) señala que la capacidad de uso del suelo se agrupa en 8 clases, ordenadas conforme al grado de limitaciones y riesgo que implica su utilización (Tabla 2.2). Las misma que son aplicadas según

las características globales y específicas del suelo, y se agrupan en 3 grandes grupos:

- Grupo de suelos con la capacidad para ser utilizados tanto en ganadería tecnificada de tipo semiintensiva o intensiva y en la agricultura (Clase I a IV).
- Grupo de suelos que pueden ser utilizadas, de forma restringida, en actividades agrícolas, ganaderas, agroforestales y/o forestales (Clase V a VII).
- Grupo de suelos que deben ser utilizados sólo con fines de preservación, conservación y ecoturismo (Clase VIII).

Tabla 2.2. Clase de capacidad de uso del suelo.

Clase agrológica	Etiqueta	Descripción
Agricultura y otros usos - arables	Sin limitaciones a ligeras	<p>Clase I I</p> <p>Suelos en pendiente plana hasta el 2%, profundos y fácilmente trabajables, que presentan muy pocas o no tienen pedregosidad, es decir, no tienen limitaciones que interfieran con labores de maquinaria, son suelos con drenaje bueno, no salinos y de textura superficial del grupo textural G1 (francos, franco arcilloarenosos, franco arenoso y franco limoso). Se presentan en régimen de humedad údico y en regímenes de temperatura isohipertérmico e isotérmico. Las tierras de esta clase pueden ser utilizadas para el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias o forestales adaptadas ecológicamente a la zona.</p>
		<p>Clase II II</p> <p>Suelos similares a la Clase I, y/o en pendientes muy suaves menores al 5 %, moderadamente profundos y profundos, con poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria, son de textura superficial del grupo textural G1, G2 (franco arcilloso, franco arcillo-limosos y limosos) y G3 (arcillo-arenosos, arcillo limosos, arena francoso y arcilloso), tienen drenaje natural de bueno a moderado. Incluyen suelos ligeramente salinos y no salinos. Requieren prácticas de manejo más cuidadosas que los suelos de la Clase I. Se presentan en regímenes de humedad údico y ústico, y en regímenes de temperatura isohipertérmico e isotérmico.</p>
	Con limitaciones ligeras a moderadas	<p>Clase III III</p> <p>Suelos en pendientes menores a 12 %, de suaves a planas, son desde poco profundos a profundos, tienen poca pedregosidad que no limita o imposibilita las labores de maquinaria, son de textura del grupo textural G1, G2 y G3, pueden presentar drenaje excesivo, bueno y moderado. Incluyen a suelos salinos, ligeramente salinos y no salinos. Son tierras con régimen de humedad údico y ústico y en regímenes de temperatura isohipertérmico e isotérmico. Por las limitaciones que presentan estas tierras, el desarrollo de los cultivos se ve disminuido, siendo necesarias prácticas especiales de manejo y conservación en los recursos suelo y agua.</p>
		<p>Clase IV IV</p> <p>Son suelos que se encuentran en pendientes de medias a planas, es decir menores a 25 %, poco profundos a profundos, y tienen poca pedregosidad. Esta clase de tierras requiere un tratamiento especial en cuanto a las labores de maquinaria, pues permiten un laboreo "ocasional", son de textura variable, y de drenaje excesivo a moderado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad údico y ústico, y en regímenes de temperatura del suelo isohipertérmico e isotérmico.</p>

Poco riesgo de erosión	Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Clase V	V	Se ubican en pendientes entre planas y suaves, es decir menores al 12 %, generalmente son suelos poco profundos, como también suelos profundos, pero con severas limitaciones en cuanto a drenaje y pedregosidad. Estos requieren de un tratamiento "muy especial " en cuanto a las labores de maquinaria ya que presentan limitaciones imposibles de eliminar en la práctica; son de textura y drenaje variable. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Se pueden encontrar en áreas propensas o con mayor riesgo a inundación. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico, perúdicico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura isohipertérmicos e isotérmicos.
		Clase VI	VI	Suelos similares en pendiente a la Clase IV, pudiéndose también encontrar en pendientes medias y fuertes, es decir entre 12 y 40 %, son moderadamente profundos a profundos, y con poca pedregosidad. Las labores de maquinaria son "muy restringidas"; son tierras aptas para aprovechamiento forestal, ocasionalmente pueden incluir cultivos permanentes y pastos. Son de textura de variable, tienen drenaje de excesivo a mal drenado. Incluyen a suelos desde no salinos a muy salinos. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico y perúdicico, y en regímenes de temperatura isohipertérmicos, isotérmicos e isoméscicos.
		Clase VII	VII	Suelos en pendientes de medias a fuertes (menores al 70%), son poco profundos a profundos, y tienen una pedregosidad menor al 50 %. Estas tierras tienen limitaciones muy fuertes para el laboreo debido a la pedregosidad y a la pendiente. En cuanto a la textura, drenaje y salinidad éstas pueden ser variables. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico, perúdicico y arídico, y en los regímenes de temperatura isohipertérmicos, isotérmicos e isoméscicos. Muestran condiciones para uso forestal con fines de conservación.
Aprovechamiento Forestal o con fines De conservación	Con limitaciones muy fuertes	Clase VIII	VIII	Suelos en pendiente que varían desde plana (0 - 2 %) a escarpada (mayor a 100%), son superficiales a profundos, son de textura y drenaje variables. Pueden ser suelos muy pedregosos o no; en cuanto a la salinidad esta clase de tierras incluye a las de reacción muy salina. Son tierras con régimen de humedad údico, ústico, perúdicico, ácuico, perácuico y arídico, y en los regímenes de temperatura isohipertérmicos, isotérmicos, isoméscicos e isofrígidos. Son áreas que deben mantenerse con vegetación arbustiva y/o arbórea con fines de protección para evitar la erosión.
		No aplicable		Para unidades no consideradas como unidades de tierra, que se las adquiere de la cartografía base, incluye principalmente centros poblados y cuerpos de agua.

Fuente: Sánchez (2017)

2.3. CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO

Se definen como situaciones en donde las diferentes clases de suelo que forman parte de un territorio no se utilizan de acuerdo a su uso o vocación (Yauri, 2023), definiéndose el término como un indicativo del potencial del territorio para desarrollar diferentes tipos de uso, sin cambiar las propiedades físicas, químicas y orgánicas, evitando afectar la capacidad de las diferentes clases de suelo (Cruz, 2015).

Las prácticas no sostenibles en los usos del suelo provocan consecuencias que afectan directamente a las propiedades del suelo, los ecosistemas y a las personas, dando como resultado desigualdad en la distribución de la tierra, degradación del suelo, pérdida de cobertura vegetal, deterioro de biodiversidad y servicios ecosistémicos y la expansión de la frontera agrícola (FAO, 2018).

Según Guerra (2014) la identificación de los conflictos de usos del suelo busca establecer una comparación entre el uso potencial y el uso actual, además de identificar las áreas que están siendo utilizadas de forma inadecuada.

2.3.1. SUELOS SIN CONFLICTO DE USO O USO ADECUADO (A)

En estos suelos el agroecosistema dominante se encuentra acorde con la vocación de uso principal, la clase de capacidad de uso o con un uso compatible, el uso actual no genera deterioro ambiental, lo cual ayuda a mantener actividades adecuadas y afines con la capacidad productiva natural de las tierras (Salas y Valenzuela, 2011).

2.3.2. SUELOS CON CONFLICTO DE USO O USO INADECUADO

Según Sánchez (2017) los suelos con conflicto de uso o uso inadecuado, se definen como suelos donde el agroecosistema dominante no está acorde con la clase de capacidad de uso. Yauri (2023) señala que en estos suelos el uso actual causa un deterioro ambiental, debido a la realización de actividades inapropiadas que no concuerdan con la capacidad productiva de los mismos, los suelos con conflicto de uso o uso inadecuado se dividen en:

- **SUELOS EN CONFLICTO DE USO POR SUBUTILIZACIÓN (S)**

Son suelos donde el agroecosistema dominante corresponde a un nivel menor de intensidad de uso, en comparación con la clase de capacidad de uso principal, el uso actual de estas áreas es de menor intensidad, en comparación con la capacidad productiva del suelo (Andrade, 2021).

- **SUELOS EN CONFLICTO DE USO POR SOBREUTILIZACIÓN (O)**

Celis (2019) indica que, de acuerdo a sus características agroecológicas, en estos suelos el uso dominante actual es más intenso que la vocación de uso principal, es decir son incompatibles con la vocación de uso principal y usos recomendados para la zona. Los conflictos por sobreutilización se subdividen según los grados de intensidad que estos presentan:

- Suelos en conflicto de uso por sobreutilización de ligera intensidad (O1).
- Suelos en conflicto de uso por sobreutilización de moderada intensidad (O2).
- Suelos en conflicto de uso por sobreutilización de severa intensidad (O3).

2.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) suele pasar desapercibido, pero en realidad se encuentra presente en muchas de las actividades cotidianas, Espinosa et al. (2019) define a un SIG como un conjunto de herramientas compuestas por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos.

Condori et al. (2018) mencionan que actualmente, las herramientas digitales más usadas son los SIG, los cuales constituyen una de las fuentes de información más importantes, ya que permite la interpretación del cambio en el uso del suelo y la cobertura vegetal, así como también analizar los conflictos de usos del suelo.

2.4.1. COMPONENTES DE UN SIG

Según Flores y Fernández (2017) los SIG son sistemas complejos que integran una serie de distintos elementos interrelacionados, siendo de suma importancia el conocimiento de las características y estudio de cada uno de estos elementos descritos a continuación:

- Personal
- Organización

- Información geográfica
- Normas, procedimientos y metodologías
- Software
- Hardware

2.4.2. ARCGIS

ArcGIS comprende un conjunto de herramientas que facilita el manejo y visualización de información geográfica, dado que cuenta con una estructura que permite agregar nuevas funcionalidades, denominadas extensiones para la creación de mapas u otras aplicaciones (Espinosa et al., 2019).

2.4.3. CARTOGRAFÍA

La cartografía es la ciencia que estudia los mapas, la misma que desde sus inicios ha contribuido con temas de interés para la sociedad, abarcando distintos ámbitos como el desarrollo económico, la estrategia militar o la gestión de recursos, además está enfocada en la representación de los acontecimientos humanos y el lugar donde ocurrieron estos, mediante esquemas comprensibles con imágenes o signos (Espinosa et al., 2019).

2.4.4. MAPAS TEMÁTICOS

Un mapa temático está diseñado para mostrar características o conceptos particulares, así mismo los mapas temáticos transmiten y comunican mediante representaciones gráficas algún fenómeno del que se conoce algún indicio o información que lo describe (Espinoza, 2020).

2.5. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE TIERRAS CLIRSEN

El método de evaluación de tierras CLIRSEN se basa en la aplicación de una tabla modificada y adaptada a las condiciones del Ecuador, siendo una adaptación del modelo utilizado por el Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales (PRAT), que se basa en la modificación de clases de capacidad de uso para cada variable y la adaptación de la simbología de clasificación basada en el Sistema Americano de la USDA-LCC, la cual define el grado de limitaciones

utilizando como simbología números romanos del I al VIII conforme estas limitaciones aumentan (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos [CLIRSEN] et al., 2011).

Para la elaboración del mapa de evaluación de la capacidad de uso del suelo, en la presente metodología se indica que para la consecución del mismo se deben desarrollar las siguientes etapas:

Etapas 1: selección y definición de las variables

En esta etapa se consideran variables edáficas, geomorfológicas y climáticas para la determinación de la capacidad de uso del suelo, mediante la selección de variables que mayor influencia presenten al momento de determinar dicha capacidad en función al tipo de limitaciones, por topografía, suelo, humedad y temperatura (CLIRSEN et al., 2011).

Tabla 2.3. Variables seleccionadas.

Topografía	Suelo	Humedad	Temperatura
Pendiente	Textura	Drenaje	Régimen de temperatura del suelo
Erosión actual	Pedregosidad	Inundabilidad	
	Salinidad		
	pH		
	Profundidad efectiva		
	Fertilidad		
	Toxicidad		

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

a) Pendiente

La pendiente hace referencia al grado de inclinación que presentan los terrenos, esta se puede definir como el ángulo formado por dos lados, el plano horizontal con el plano tangente a la superficie del terreno. La pendiente es un parámetro que influye y condiciona el proceso de erosión y formación del suelo, dado que entre mayor sea la inclinación de esta, mayor será la velocidad de la escorrentía superficial y menor será la infiltración del agua a través de perfil del suelo (Alcántara, 2011).

En la Tabla 2.4 se muestran las clases de pendiente establecidas en la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.4. Descripción y simbología de tipos de pendientes.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Plana 0 a 2%	(1)	Relieves completamente planos.
Muy suave 2 a 5%	(2)	Relieves casi planos.
Suave 5 a 12%	(3)	Relieves ligeramente ondulados.
Media de 12 a 25%	(4)	Relieves medianamente ondulados.
Media fuerte 25 a 40%	(5)	Relieves de mediana a fuertemente disectados.
Fuerte 40 a 70%	(6)	Relieves fuertemente disectados.
Muy fuerte 70 a 100%	(7)	Relieves muy fuertemente disectados.
Escarpada > a 100%	(8)	Relieves escarpados, con pendientes de 45°.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Con base a los rangos de pendientes establecidos en la tabla 2.4 a continuación, se establecen 8 categorías de pendientes, mediante las cuales se obtiene la clasificación de las clases de capacidad de uso del suelo (Tabla 2.5):

Tabla 2.5. Clase de capacidad de uso por pendiente.

Clase	Pendiente (%)
I	0-2
II	Menor a 5
III	Menor a 12
IV	Menor a 25
V	Hasta 12
VI	Menor a 40
VII	Menor a 70
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La denominación para la clase VIII indica que la misma puede presentar cualquier tipo de pendiente, incluyendo pendientes plantas menores al 2% y pendientes muy escarpadas mayores al 100%.

b) Erosión actual

Para Brunel y Seguel (2011) la erosión se define como un movimiento de suelo a nivel superficial, provocado principalmente por agentes hídricos y eólicos. Según Zulaica et al. (2018) las consecuencias de la erosión del suelo son: disminución de la profundidad del horizonte superior, alteraciones en las características del suelo, pérdida de nutrientes y afectación en la estructura del suelo.

En la Tabla 2.6 se establecen los tipos de erosión establecidos en la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.6. Grados de erosión del suelo.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Sin evidencia	N	No existen rasgos evidentes de pérdida de suelos.
Ligera	L	Corresponde a suelos que presentan pocos canalillos de escasos centímetros de profundidad en el horizonte superficial, después de las lluvias, que no llegan a alterar el espesor y el carácter del horizonte. Se considera que este tipo de erosión puede afectar a menos del 25 % del espesor del horizonte. Las funciones bióticas se encuentran intactas.
Moderada	M	Se observan síntomas de erosión a través de la presencia generalizada de canalículos y surcos poco profundos en campos de cultivo. Generalmente la capa arable está formada por una mezcla de horizontes superficiales originales y el subyacente inmediato. Se considera que se ha perdido un 50 % del horizonte superficial.
Severa	S	El suelo ha sido erosionado hasta un punto en que casi todo el horizonte superficial ha sido removido. Se observa la presencia de abundantes surcos o cárcavas en campos de cultivos. Se considera que para este tipo de erosión se ha removido más del 75 % del suelo superficial.
Extrema	E	Remoción sustancial de los horizontes subsuperficiales, el suelo ha sido erosionado hasta un punto en que presenta una combinación intrincada de cárcavas profundas y de moderada profundidad. Los perfiles de suelos han sido destruidos casi en su totalidad, excepto en pequeñas zonas entre cárcavas. Estas tierras, bajo esas condiciones, no son apropiadas para cultivos. Mejorar estos suelos para incorporar a la producción de cultivos es difícil.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

En la Tabla 2.7 se establecen las clases de capacidad en base al tipo de erosión:

Tabla 2.7. Clase de capacidad de uso del suelo por erosión actual.

Clase	Pendiente (%) erosión actual
I	Sin evidencia
II	Sin evidencia y ligera
III	Sin evidencia, ligera y moderada
IV	Sin evidencia, ligera y moderada
V	Sin evidencia, ligera y moderada
VI	Sin evidencia, ligera, moderada y severa
VII	Sin evidencia, ligera, moderada y severa
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La denominación para la clase VIII, indica que cualquier categoría de erosión (sin evidencia, ligera, moderada, severa y extrema) puede corresponder a dicha clase.

c) Pedregosidad

La pedregosidad del suelo está definida por la presencia o abundancia de fragmentos rocosos con un diámetro igual o mayor a 2 mm, que se encuentran dentro o sobre la superficie del suelo (Vargas et al., 2020). La pedregosidad afecta

diferentes propiedades del suelo, como la densidad aparente, las propiedades físicas e hidráulicas, los procesos de erosión, el enraizamiento de las plantas y la temperatura (Andrades et al., 2007).

En la Tabla 2.8 se establecen las categorías de pedregosidad de los suelos determinados según la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.8. Categorías de pedregosidad de los suelos.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Sin	S	No posee fragmentos gruesos.
Muy pocas	M	< 10% de fragmentos gruesos, no interfieren con el laboreo.
Poca	P	10 a 25% de fragmentos gruesos, existe interferencia con el laboreo, es posible el cultivo de plantas de escarda (maíz, plantas con raíces útiles y tubérculos).
Frecuente	F	25 a 50% de fragmentos gruesos, existe dificultad para el laboreo, es posible la producción de heno y pasto.
Abundantes	A	50 a 75% de fragmentos gruesos, no es posible el uso de maquinaria agrícola, solo se puede utilizar máquinas livianas y herramientas manuales.
Pedregoso o rocoso	R	> 75% de fragmentos gruesos en la superficie, excesivamente pedregoso como para ser cultivado.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Mediante la clasificación de pedregosidad descritas en la tabla 2.8 a continuación, se establecen las siguientes categorías para determinar la capacidad de uso del suelo mediante esta variable (Tabla 2.9):

Tabla 2.9. Clase de capacidad de uso del suelo por la pedregosidad.

Clase	Pedregosidad
I	Menor a 10%
II	Menor a 25%
III	Menor a 25%
IV	Menor a 25%
V	Menor a 50%
VI	Menor a 25%
VII	Menor a 50%
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La denominación para la clase VIII, indica que cualquier categoría de pedregosidad incluyendo la mayor a 75 % puede corresponder a la mencionada clase.

d) Salinidad

La salinidad del suelo hace referencia a la concentración de sales solubles presentes en el suelo, la misma puede ser producto de procesos naturales o

antrópicos que afectan la fertilidad del suelo en menor o mayor grado dependiendo de la acumulación de las sales (Manrique, 2021). Por su parte, para Lino (2019) los suelos salinos son aquellos que contienen cantidades significativas de sales más solubles que el yeso, señala además que, la salinización de los suelos genera una disminución en la productividad de los cultivos, siendo este un problema que se presenta con mayor frecuencia en las zonas áridas y semiáridas del mundo.

A continuación, se presentan las clases de salinidad establecidas dentro de la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.10. Niveles de salinidad del suelo.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
No salino	NS	< 2,0 dS/m. Nivel de sales que no limitan el rendimiento.
Ligeramente salino	LS	2,0 a 4,0 dS/m. Nivel de sales ligeramente tóxico con excepción de cultivos tolerantes.
Salino	S	> 4,0 a 8,0 dS/m. Nivel de sales tóxico en la mayoría de cultivos.
Muy salino	MS	> 8,0 a 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.
Extremadamente salino	ES	> 16,0 dS/m. Nivel de sales muy tóxico en los cultivos.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

En la Tabla 2.11 se establecen las clases de capacidad de uso del suelo según la salinidad que presentan:

Tabla 2.11. Clase de capacidad de uso del suelo por salinidad.

Reclasificación (clases)	Salinidad (dS/m)
I	Menor a 2
II	Menor a 4
III	Menor a 8
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Las clases IV, V, VI, VII, VIII, corresponden a la denominación cualquiera, lo cual indica que cualquier categoría puede corresponder a estas clases, esto incluye la categoría extremadamente salino mayor a 16.

e) Potencial de hidrógeno (pH)

El pH del suelo es una de las propiedades químicas más influyentes en el control de la movilidad de iones, la precipitación y disolución de minerales, las reacciones redox, el intercambio iónico, la actividad microbiana y la disponibilidad de nutrientes (Daza y Chávez, 2018). Al pH también se lo conoce como un indicador de acidez y alcalinidad del suelo, además este parámetro mide la concentración del ion de hidrógeno en la solución del suelo con una escala que va del 0 a 14, donde un suelo que presente un pH de 7 es considerado neutro, con valores mayores a 7 se considera alcalino y con valores menores 7 se considera ácido (Cremona y Enriquez, 2020).

En la Tabla 2.12 se establece la escala de clasificación de los suelos según su pH:

Tabla 2.12. Escala de clasificación de los suelos según su pH.

pH	Clasificación
< 4,5	Extremadamente ácido
4,6 - 5,0	Muy fuertemente ácido
5,1 - 5,5	Fuertemente ácido
5,6 - 6,0	Moderadamente ácido
6,1 - 6,5	Levemente ácido
6,6 - 6,9	Muy levemente ácido
7	Neutro
7,1 - 7,3	Muy levemente alcalino
7,4 - 7,8	Levemente alcalino
7,9 - 8,4	Moderadamente alcalino
8,5 - 9,0	Fuertemente alcalino
>9,0	Muy fuertemente alcalino

Fuente: Cremona y Enriquez (2020)

f) Textura

La textura de un suelo está determinada por la cantidad de partículas minerales inorgánicas de diferentes tamaños, como la arena, el limo y la arcilla, siendo esta es una propiedad física de mucha importancia para determinar el estado actual del suelo (Maldonado, 2016). La textura de un suelo depende de las propiedades que presenta la roca madre y de los procesos de evolución del mismo. Se puede considerar que un suelo presenta buena textura cuando, la proporción de las

partículas que lo constituyen, le permiten a la planta un buen desarrollo radicular y un nivel de nutrientes adecuado (Toala, 2019).

En la Tabla 2.13 se presentan las clases texturales establecidas dentro de la metodología:

Tabla 2.13. Clases y subclases de textura, según el triángulo textural.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Arena	A	
Arena muy fina	AMF	
Arena fina	AFi	Tiene buen drenaje y se cultivan con facilidad, pero también se secan fácilmente y los nutrientes se pierden por lavado.
Arena media	AM	
Arena gruesa	AG	
Areno francoso	AF	
Franco	F	
Franco arenoso	FA	Muestran mayor capacidad de uso agrícola.
Franco limoso	FL	
Franco arcilloso	FY	
Franco arcillo-arenoso	FYA	
Franco arcillo-limoso	FYL	
Limoso	L	Son texturas que dan una sensación harinosa (como polvo del talco). Tienen velocidad de infiltración baja, almacenamiento de nutrientes medio.
Arcilloso	Y	Tienden a no drenar bien, se compactan con facilidad y se cultivan con dificultad y, a su vez, presentan una buena capacidad de retención de agua y nutrientes.
Arcillo-arenoso	YA	
Arcillo-limoso	YL	
Arcilla pesada	YP	

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Para determinar las clases de capacidad de uso del suelo mediante la textura, se establecen 5 grupos, los mismos que son descritos a continuación:

Tabla 2.14. Agrupación de clases y subclases de texturas.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
Franco	Franco arcilloso	Arcillo-arenoso		
Franco arcillo arenoso	Franco arcillo limoso	Arcillo-limoso	Arenas (muy fina, fina, media y gruesa)	Arcilla pesada
Franco arenoso	Limo	Areno francoso		
Franco limoso		Arcilloso		

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

El grupo 1 corresponde a suelos de clase I, el grupo 1, 2 y 3 corresponden a suelos de clase II, los grupos 1, 2, 3 y 4 conciernen a la clase III, y para las clases de suelo

IV, V, VI, VII y VIII se les atribuyen la denominación cualquiera, es decir que estas clases pueden presentar cualquier grupo textural, incluyendo el 5.

g) Profundidad efectiva

La profundidad efectiva del suelo se define como la capa de suelo donde se puede desarrollar el sistema radicular de las plantas, sin obstáculos naturales como piedras, capas freáticas o compactación de suelos Ochoa et al. (2012). Así mismo Frolla et al. (2020) mencionan que la profundidad efectiva del suelo puede provocar variaciones importantes en los rendimientos de los cultivos.

En la Tabla 2.15 se presentan las clases de profundidad establecidas en la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.15. Categorías de profundidad efectiva de los suelos.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Muy superficial	MS	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 0 a 10 cm de profundidad.
Superficial	S	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 11 a 20 cm de profundidad.
Poco profundo	Pp	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 21 a 50 cm de profundidad.
Moderadamente profundo	M	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase de 51 a 100 cm de profundidad.
Profundo	P	La profundidad efectiva del suelo se mide en centímetros de manera perpendicular a la superficie terrestre, siendo para esta clase > 100 cm de profundidad.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Con base a los intervalos de profundidad establecidos en la Tabla 2.15, se presentan en la Tabla 2.16 las clases de capacidad de uso en base a la profundidad efectiva:

Tabla 2.16. Clase de capacidad de uso del suelo en base a la profundidad efectiva.

Clase	Profundidad (cm)
I	Mayor a 100
II	Mayor a 50
III	Mayor a 20
IV	Mayor 20
V	Cualquiera
VI	Mayor a 50
VII	Mayor a 50
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Las clases V y VII corresponden a la denominación cualquiera, lo que indica que a estas clases les puede corresponder cualquier rango establecido en la tabla 2.15.

h) Fertilidad

La fertilidad se define como el contenido de nutrientes de un suelo y su capacidad de suministrarlos, ya que existen suelos con altos contenidos de nutrientes con limitaciones que impiden el crecimiento óptimo de las plantas (Álvarez y Rimski, 2016).

En la siguiente tabla se establecen los niveles de fertilidad del suelo en estado natural, presentados dentro de la metodología de evaluación de tierras:

Tabla 2.17. Niveles de fertilidad natural.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Descripción
Muy baja	Mb	Baja capacidad de intercambiar los cationes, muy baja disponibilidad de nutrientes debido al bajo pH, muy baja saturación de bases, suelos con texturas arenosas y contenidos de materia orgánica muy bajos.
Baja	B	Escasa capacidad de intercambio de cationes, baja disponibilidad de nutrientes, baja saturación de bases, suelos con contenidos de materia orgánica bajos y de textura de arenosos a arenoso francoso.
Mediana	M	Moderada capacidad de intercambio catiónico, buena disponibilidad de nutrientes, mediana saturación de bases, estos suelos presentan clases texturales variables de arcillosos a francos, con contenidos medios de materia orgánica.
Alta	A	Alta capacidad de intercambio catiónico, alta saturación de bases y óptima disponibilidad de nutrientes, suelos con altos contenidos de materia orgánica y de texturas francas.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La siguiente tabla muestra la fertilidad de los suelos en la Costa:

Tabla 2.18. Estimación de fertilidad para suelos de la Costa.

Nivel de fertilidad natural	pH	Capacidad intercambio catiónico (meq/100g)	Saturación de bases (%)	Materia orgánica (%)	Textura superficial
Muy baja	Ácido (5,0 a 5,5)	Menor a 10	Menor a 35	Menor a 0,5	Arena Arena muy fina Arena-fina
Baja	Medianamente ácido (>5,5 a 6,0)	Entre 10 a 15	Menor a 35	Entre 0,5 a 1,0	Arena-media Arena-gruesa Areno-francoso
Mediana	Ligeramente ácido (>6,0 a 6,5)	Entre 15 a 20	Entre 35 a 50	Entre 1,0 a 2,0	Franco Franco-arenoso Franco-limoso Franco arcilloso Franco arcillo arenoso
Alta	Parcialmente neutro y neutro (>6,5 a 7,5)	Mayor a 20	Mayor a 50	Mayor a 2,0	Franco arcillo limoso Limoso Arcilloso Arcillo-arenoso Arcillo-limoso Arcilla pesada

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Con base a las tablas antes descritas (Tabla 2.17 – Tabla 2.18) se establecen a continuación las clases de capacidad de uso en base a la fertilidad del suelo:

Tabla 2.19. Clase de capacidad de uso del suelo por fertilidad.

Clase	Fertilidad
I	Alta
II	Alta y mediana
III	Alta, mediana y baja
IV	Alta, mediana y baja
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La denominación cualquiera para las clases V, VI, VII, VIII, indica que a estas se le puede atribuir cualquier categoría de fertilidad (muy baja, baja, mediana y alta).

i) Toxicidad

Según Toledo (2016) la toxicidad se define como la presencia de elevadas concentraciones de hidrógeno y aluminio en el suelo, lo cual genera consecuencias como: reducción de la disponibilidad de nutrientes y la alteración en el crecimiento de las plantas.

A continuación, se presentan las tablas de toxicidad de los suelos (Tabla 2.20 - 2.22), establecidas en la metodología.

Tabla 2.20. Categorías de toxicidad de los suelos.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Rango	Descripción
Sin o nula	S	-	Ausencia de acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra. Ausencia de carbonatos, sin reacción al HCl.
Ligera (ac)	La	<0,50 meq/100 ml	Ligera acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Media (ac)	Ma	0,50 – 1,5 meq/100 ml	Media acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Alta (ac)	Aa	>1,5 meq/100 ml	Alta acidez de aluminio e hidrógeno intercambiable aplicable tanto para la Costa como para la Sierra.
Ligera (car)	Lc	0 – 10 %	Reacción Ligera al HCl, presencia de pequeñas burbujas. Contenido de carbonatos muy bajo y bajo.
Media (car)	Mc	11 – 25 %	Reacción moderada al HCl, presencia de burbujas con espuma baja. Contenido de carbonatos normal.
Alta (car)	Ac	>25 %	Reacción fuerte y extremadamente fuerte al HCl, presencia de efervescencia con burbujas y espuma alta. Contenido de carbonatos alto y muy alto.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Tabla 2.21. Niveles de toxicidad del suelo (Acidez).

Nivel de toxicidad	Aluminio e hidrógeno intercambiable (meq/100 ml)	Aluminios intercambiables (meq/100 ml)
Sin o nula	0	0
Ligera	<0,5	<0,3
Media	0,5 a 1,0	0,3 a 1,0
Alta	>1,5	>1,0

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Tabla 2.22. Niveles de toxicidad del suelo (Carbonatos).

Nivel de toxicidad	Reacción al HCl	% de carbonos (CaCO ₃)
Sin o nula	Ninguna burbuja se forma	0
Ligera	Numerosas o pocas burbujas se forman	0 - 10
Media	Burbujas con espuma baja	10 - 25
Alta	Burbujas con espuma alta	>25

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

A continuación, en la siguiente tabla se establecen las clases de capacidad de uso del suelo en función de la toxicidad:

Tabla 2.23. Clase de capacidad de uso del suelo por toxicidad.

Clase	Toxicidad
I	Sin o nula
II	Sin o nula y ligera
III	Sin o nula, ligera y media
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

A las clases IV, V, VI, VII, VIII se le atribuye la denominación cualquiera, lo cual indica que cualquier categoría de toxicidad (sin o nula, ligera, media y alta) puede corresponder a dichas clases.

j) Drenaje

El drenaje se puede definir como la capacidad o rapidez con la que el suelo elimina el agua sobrante a través de escurrimiento superficial o infiltración hacia espacios subterráneos. El drenaje se refiere a la frecuencia y duración en la que el suelo no se encuentra saturado, total o parcialmente, el mismo es un atributo del suelo que se determina por un conjunto de propiedades como la estructura, porosidad, textura, permeabilidad y la existencia de una capa impermeable (Guerra, 2018).

En la Tabla 2.24 se establecen las clases de drenaje establecidas en la metodología:

Tabla 2.24. Clases de drenaje en los suelos.

Etiqueta	Símbolo	Descripción
Excesivo	E	Eliminación rápida del agua en relación al aporte por la lluvia. Suelos de texturas gruesas. Normalmente ningún horizonte permanece saturado durante varios días después de un aporte de agua.
Bueno	B	Eliminación fácil de agua de agua de precipitación, aunque no rápidamente. Suelos de textura media fina. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante unos días después de un aporte de agua. Sin moteados en los 100 cm superiores o con menos de un 2% entre los 60 y 100 cm.
Moderado	M	Eliminación lenta del agua en relación al aporte de agua. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Algunos horizontes pueden permanecer saturados durante más de una semana después del aporte de agua. Moteados del 2 al 20% entre los 60 y 100 cm.
Mal drenado	X	Eliminación muy lenta del agua en relación al suministro. Suelos con un amplio intervalo de texturas. Los horizontes permanecen saturados por agua durante varios meses. Rasgos gléicos, propiedades estagnicas (moteados y coloración naranja o herrumbrosas en los canales de raíces). Problemas de hidromorfismo. Estas características se observan por lo general en zonas deprimidas y con régimen de humedad ácuico.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Según las clases de drenaje previamente establecidas (Tabla 2.24), en la siguiente tabla se establece la clasificación de las clases de capacidad de uso de tierra por drenaje:

Tabla 2.25. Clase de capacidad de uso del suelo por el drenaje.

Clase	Drenaje
I	Bueno
II	Bueno y Moderado
III	Excesivo, Moderado y Bueno
IV	Cualquiera
V	Cualquiera
VI	Cualquiera
VII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

Para las clases IV, V, VI, VII y VIII, se les atribuye la denominación cualquiera, esta denominación indica que, a estas clases, les puede corresponder cualquier tipo de drenaje, incluyendo la clase de drenaje “mal drenado”.

k) Inundabilidad

Mora y Álvarez (2017) describen un periodo de inundación como una condición dada por fuertes precipitaciones que exceden la capacidad de absorción del suelo provocando así, que permanezca cubierto por agua durante determinados períodos de tiempo, los cuales son clasificados en número de días, semanas o meses.

Las inundaciones se clasifican de acuerdo al número de días, semanas o meses que los suelos permanecen inundados, en la siguiente tabla se muestra dicha clasificación:

Tabla 2.26. Duración de inundación.

Etiqueta o categoría	Símbolo	Tiempo	Descripción
Sin o muy corta	O	0 a 1 mes	Suelos con ninguna presencia de agua o máximo durante un mes.
Corta	C	1 a 3 meses	Suelos con presencia de agua durante uno a tres meses.
Mediana	M	3 a 6 meses	Suelos con presencia de agua durante tres a seis meses.
Larga	I	6 a 9 meses	Suelos con presencia de agua durante seis a nueve meses.
Permanente	P	>9 meses	Suelos permanentemente inundados, más de 9 meses cubiertos de agua.

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

En base a la tabla 2.26 se establecen las clases de capacidad de uso en función a los periodos de inundación en la siguiente tabla:

Tabla 2.27. Clase de capacidad de uso del suelo por periodos de inundación.

Clase	Periodos de inundación
I	Sin o muy corta
II	Sin o muy corta
III	Sin o muy corta y corta
IV	Sin o muy corta y corta
V	Sin o muy corta, corta, mediana y larga
VI	Sin o muy corta y corta
VII	Sin o muy corta, corta, mediana y larga
VIII	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

La denominación para la clase VIII, indica que la misma puede presentar cualquiera de las categorías de periodo de inundación establecidos en la tabla 2.26.

I) Régimen de temperatura del suelo

La temperatura es una de las variables básicas del clima y es considerada como el principal elemento climático, al ser un factor que tiene un impacto significativo en el suelo, sobre todo en la producción de biomasa, crecimiento de las plantas, humificación, compactación y procesos de erosión (Rivas, 2018). Morillas (2015) indica que el régimen de temperatura se refiere a la temperatura media anual de los suelos a 50 cm de profundidad, dado que a esta profundidad no puede ser influenciada por los cambios diarios de temperatura, sino únicamente a los cambios estacionales. En la siguiente tabla se presentan los regímenes de temperatura en base a la metodología:

Tabla 2.28. Régimen de temperatura del suelo.

Régimen de temperatura	Rango de temperatura (°C)
Isohipertérmico	> 22
Isotérmico	> 13 - 22
Isoméxico	10 – 13
Isofrío	< 10

Fuente: (Instituto Espacial Ecuatoriano [IEE] et al., 2015)

A continuación, en la siguiente tabla se establecen las clases de capacidad de uso de la tierra en función al régimen de temperatura.

Tabla 2.29. Clase de capacidad de uso del suelo en función al régimen de temperatura.

Clase agrológica	Régimen de temperatura
I	Isohipertérmico e isométrico
II	Isohipertérmico e isométrico
III	Isohipertérmico e isométrico
IV	Isohipertérmico e isométrico
V	Isohipertérmico e isométrico
VI	Isohipertérmico, isométrico, isoméxico
VII	Isohipertérmico, isométrico, isoméxico
VIII	Cualquiera

Fuente: IEE et al. (2015)

La denominación para la clase VIII, indica que esta clase puede presentar cualquier régimen, incluyendo el régimen de temperatura isofrío.

Etapa 2. Definición de parámetros

La etapa 2 descrita en la metodología, consiste en la caracterización de la capacidad de uso en función a las variables escogidas en la etapa 1, en esta etapa se definen las especificaciones técnicas y los parámetros mínimos considerando las descripciones y categorías de cada variable para las 8 clases de tierra (IEE et al. (2015)

En la tabla 2.30 se definen los parámetros para determinar las clases de capacidad de uso de los suelos:

Tabla 2.30. Parámetros por variable para definir las clases de capacidad de uso del suelo.

Factor	Variables	Clases de capacidad de uso							
		Agricultura y otros usos – arables				Poco riesgo de erosión	Aprovechamientos forestales o con fines de conservación – No arables		
		Sin limitaciones		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erosión	Pendiente (%)	0 a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Hasta 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
	Erosión actual	Sin evidencia	Sin evidencia y ligera	Sin evidencia, ligera y moderada	Sin evidencia ligera y moderada	Sin evidencia, ligera y moderada	Sin evidencia, ligera, moderada y severa	Sin evidencia, ligera, moderada y severa	Cualquiera
Suelo	Profundidad efectiva (cm)	Mayor a 100	Mayor a 50	Mayor a 20	Mayor a 20	Cualquiera	Mayor a 50	Mayor a 20	Cualquiera
	Textura	Grupo 1	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2, 3 y 4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Pedregosidad (%)	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 25	Menor 50	Menor a 25	Menor 50	Cualquiera
	Fertilidad	Alta	Alta y media	Alta, media y baja	Alta, media y baja	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	Menor a 2	Menor a 4	Menor a 8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Toxicidad	Sin o nula	Sin o nula y ligera	Sin o nula, ligera y media	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Humedad	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Periodos de inundación	Sin o muy corta	Sin o muy corta	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta, mediana y larga	Sin o muy corta y corta	Sin o muy corta, corta y mediana	Cualquiera
Temperatura	Régimen de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico, isométrico e isomésico	Isohipertérmico, isométrico e isomésico	Cualquiera

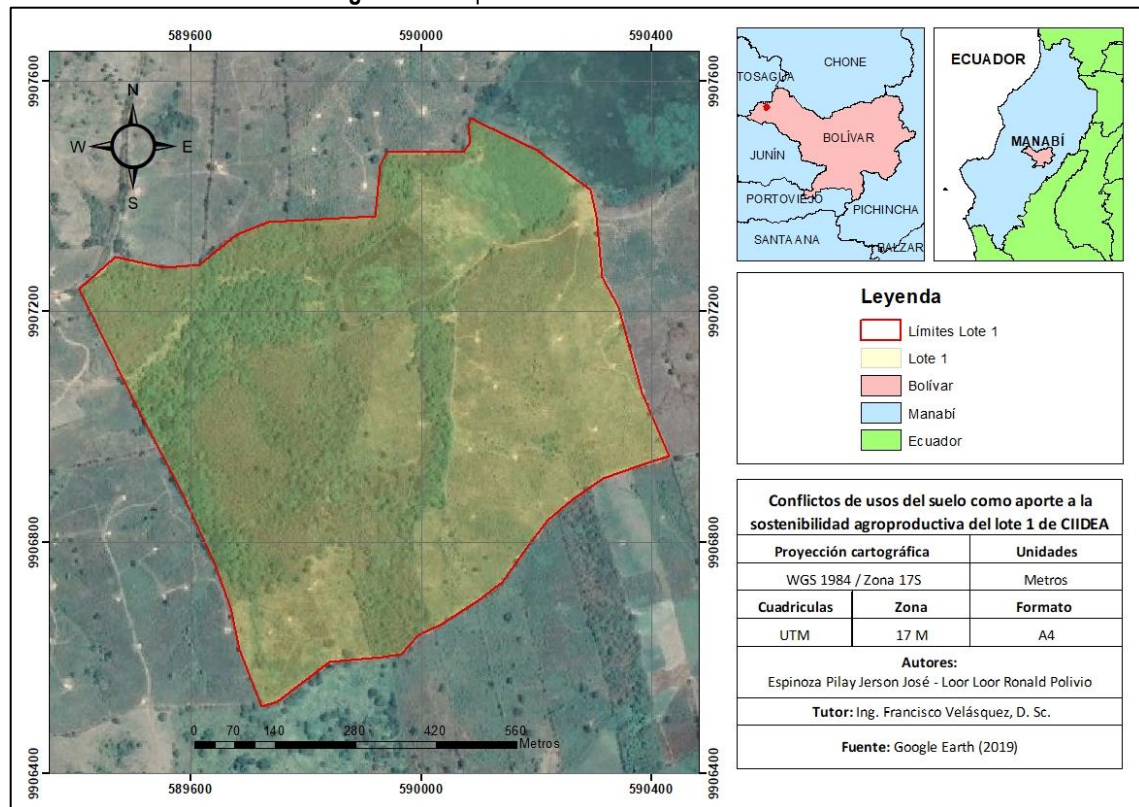
Fuente: CLIRSEN et al. (2011)

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el lote 1 del área CIIDEA, perteneciente a la ESPAM MFL, localizado en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí, situado geográficamente alrededor de la coordenada: 0° 50' 18.11" de latitud sur y 80° 11' 22,63" de longitud oeste, con alturas comprendidas desde los 16 m.s.n.m. hasta los 60 m.s.n.m.

Figura 3.1. Mapa de ubicación del área de estudio.



3.2. DURACIÓN

La presente investigación tuvo una duración de nueve meses a partir de la aprobación de la planificación del trabajo de Integración Curricular, entre los meses de octubre del 2022 hasta febrero del 2023, ejecutando el trabajo de investigación desde el mes de junio del 2023 hasta marzo del 2024.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo descriptiva no experimental, procedimiento investigativo ampliamente utilizado por su capacidad para caracterizar, describir y ordenar un objeto de estudio combinando varios criterios de clasificación, además de permitir seleccionar las características principales del mismo para describir detalladamente cada una de sus partes (Bernal, 2010; Narváez y Villegas, 2014). Es por tanto que la presente investigación adoptó un enfoque cualitativo y cuantitativo, lo que facilitó la identificación del tipo de vegetación presente en el área para establecer la cobertura vegetal, y realizar los análisis físico-químicos para determinar las clases de capacidad de uso, lo cual fue fundamental para describir y diagnosticar los conflictos del suelo según el uso que presentan.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.4.1. MÉTODOS

3.4.1.1. MÉTODO ANALÍTICO-SINTÉTICO

Para el presente trabajo de investigación se aplicó el método analítico-sintético que de acuerdo con Rodríguez y Pérez (2017) se refiere a dos procesos inversos, el primero es el análisis, es un procedimiento lógico que permite dividir el objeto de estudio en varias partes permitiendo estudiar el comportamiento de cada parte y el segundo proceso denominado síntesis es decir la unión de las partes ya analizadas. Esto permitió analizar individualmente las características de la zona de estudio como la cobertura vegetal y las clases de capacidad que presentan los suelos, para posteriormente relacionar las partes ya analizadas hasta la obtención de los conflictos de usos presentes en la zona y representarlos mediante mapas temáticos.

3.4.1.2. MÉTODO ESTADÍSTICO

Dentro de la presente investigación se empleó el método estadístico, con la finalidad de manejar, analizar y organizar los datos numéricos que se obtuvieron de las siguientes variables cuantitativas: pendiente, drenaje, zonas de temperatura, pH y salinidad. Para Velázquez (2017) este método es muy útil para ordenar los datos

numéricos, así como también para la descripción de los mismos, además de permitir la toma de decisiones o realizar generalizaciones sobre las características que se encuentran bajo consideración, a fin de obtener resultados fiables del tema investigado.

3.4.1.3. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

Para la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua [UNAN] (2020), el método bibliográfico permite recolectar información que se encuentra dentro de documentos y seleccionar de una forma práctica las ideas más relevantes del mismo, permitiendo expresar su contenido sin ambigüedades en un documento diferente al original. Es por tanto que este método fue empleado para determinar mediante la revisión de tesis, revista científicas, PDOT, libros y artículos, la cobertura y uso actual del suelo, así como también, para fundamentar la interpretación y discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

3.4.2. TÉCNICAS

3.4.2.1. OBSERVACIÓN DIRECTA

Según Ruiz (2015) la observación directa es una técnica que se basa en la visita y exploración del área de estudio con la finalidad de percibir e identificar las principales características que se encuentran vinculadas con el tema de investigación. Por este motivo se realizaron visitas de campo al lote 1 del área de CIIDEA perteneciente a la ESPAM MFL, con el propósito de recolectar fotografías, coordenadas, definir la tipografía del terreno, el tipo de vegetación y las actividades antrópicas, para determinar así el uso y cobertura del suelo.

3.4.2.2. GEORREFERENCIACIÓN

Para Avendaño et al. (2015) la georreferenciación es una técnica que consisten en la ubicación de un objeto (imágenes ráster y vectoriales) en un espacio tridimensional mediante un sistema de coordenadas y DATUM determinado, además indica que la georreferenciación permite establecer y determinar la posición de imágenes o fotografías en un mapa y a su vez determinar la ubicación exacta de un punto dentro de un sistema de coordenadas. Es por tanto que dentro

de la investigación esta técnica permitió graficar y delimitar el lote 1 del área CIIDEA para la realización de cada uno de los mapas, además de permitir la división de la misma en subáreas para la recolección de muestras y la georreferenciación mediante GPS en coordenadas UTM de puntos de muestreo.

3.5. VARIABLES DE ESTUDIOS

3.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Capacidad de uso del suelo.

3.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Conflictos de usos del suelo.

3.6. PROCEDIMIENTOS

Para la ejecución de la presente investigación, se establecieron las siguientes fases y sus respectivas actividades, cada fase planteada de acuerdo a los objetivos propuestos dentro de la investigación.

3.6.1. FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

Actividad 1. Reconocimiento y definición del área de estudio

Esta actividad estuvo enfocada en realizar visitas de campo al lote 1 de área CIIDEA, en las cuales mediante el recorrido y la toma de coordenadas de los límites del área de estudio se realizó la delimitación del mismo, además se realizaron anotaciones en la ficha de observación (anexo 2-B) y se tomaron registros fotográficos, para identificar las características del lugar como la cobertura y uso actual del suelo, actividades antrópicas, tipo de vegetación, sistemas de manejo y la topografía del terreno (Baque y Baque, 2019).

Actividad 2. Recopilación fotográfica mediante dron

Para la obtención y recopilación de las imágenes aéreas, necesarias para determinar la cobertura y uso actual del suelo, se utilizó el dron DJI PHANTOM 4 pro, usando el procedimiento planteado por Guzmán (2022) el cual se detalla a continuación:

- En primer lugar, se estableció la cantidad de vuelos a realizar para cubrir por completo el área de estudio teniendo en cuenta las características del equipo.
- Seguidamente se determinó la hora adecuada para realizar los vuelos, mismos que se realizaron a las 12 del día.
- A continuación, se seleccionaron los días para realizar los vuelos, considerando la menor nubosidad posible.
- Seguidamente se definió el tiempo que el equipo estuvo en vuelo y la superficie a recorrer, de igual forma se definió la altura de vuelo.
- Luego se establecieron los puntos de despegue y aterrizaje.
- Finalmente se procedió con la ejecución de vuelo.

Actividad 3. Elaboración del mapa de cobertura y uso actual del suelo

En esta actividad se elaboró un mapa de cobertura y uso actual del suelo, con la finalidad de identificar, localizar y cuantificar las principales características y factores que definen el grado de utilización y coberturas vegetales del área en estudio (Balderas et al., 2017).

El mapa se realizó en base a la información recopilada en la revisión bibliográfica, visita de campo, georreferenciación del área, imágenes aéreas tomadas por dron (DJI PHANTOM 4 pro) e imágenes satelitales, mismas que fueron procesadas a través de un software especializado en SIG, mediante la delimitación de zonas con polilíneas para la generación de polígonos, extracción de datos mediante el formato shapefile, una clasificación supervisada de las coberturas de uso del suelo y una reclasificación manual de las mismas (Andrade et al., 2022).

3.6.2. FASE II: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

Actividad 4: Definición de los puntos y tipo de muestreo

Para establecer los puntos de muestreo se tomó como referencia toda la información reunida en la elaboración del mapa de uso y cobertura de suelo, visita de campo y revisión bibliográfica, además se georreferenció cada punto de muestreo para obtener la ubicación de manera precisa (Sosa, 2012).

Las muestras de suelo se recolectaron mediante un muestreo en zig-zag, para el cual se empleó el procedimiento establecido por IGAC (2017), donde se establecen los siguientes pasos:

- En primer lugar, se realizó la delimitación de las áreas de muestreo lo más homogénea posible, basándose en los siguientes criterios: tipo de vegetación o cultivo, uso actual, cambio de pendiente, cuerpos de agua y manejo previo del suelo.
- Luego se realizó la eliminación de la cobertura vegetal y la hojarasca, para la extracción de las submuestras.
- Para la toma de muestras se realizó un recorrido en zig-zag donde se tomó 15 submuestras del área delimitada, cavando un hoyo de 20 cm profundidad con un corte en V, de los cuales se tomó una porción de suelo de 2 cm de espesor de los costados del agujero.
- Una vez recolectadas las submuestras, en un recipiente plástico se realizó la mezcla de las mismas eliminando terrones, troncos y piedras hasta lograr su homogenización, luego se extrajo 1 kg de la muestra.
- Finalmente, las muestras fueron empaquetadas en bolsas plásticas, a las cuales se les extrajo todo el aire posible, rotulándolas con la etiqueta presentada en el anexo 3- C para facilitar su identificación y transporte.

Actividad 5: Análisis de las variables de estudio en el suelo

Una vez recolectadas las muestras del suelo en los puntos de muestreo determinados, se las transportó al laboratorio de suelo, agua y plantas de la carrera

de Ingeniería Agrícola para realizar los análisis respectivos. El transporte de estas se realizó mediante bolsas plásticas evitando el contacto de las mismas con materiales como fertilizantes, combustibles, estiércol o cualquier otro producto que implique su contaminación (Espinoza y Mendoza, 2017).

Las variables consideradas para determinar la capacidad de uso del suelo en la presente investigación, se basaron en la tabla 2.3 de la metodología de evaluación de tierras, la misma que se modifica de acuerdo a las variables presentadas dentro de la tabla 2.2 de las clases de capacidad de uso del suelo propuesta por Sánchez (2017). Estas variables se adaptaron a las condiciones del lote 1 del área CIIDEA, perteneciente a la ESPAM MFL.

Tabla 3.31. Variables seleccionadas para la investigación.

Topografía	Suelos	Humedad	Temperatura
Pendiente	Textura Pedregosidad Salinidad pH	Drenaje	Régimen de temperatura del suelo

Fuente: CLIRSEN et al. (2011). Adaptada por los autores

- **Pendiente**

Para determinar la pendiente mediante las curvas de nivel se realizó un levantamiento topográfico con estación total, tomando como base el estudio de Casanova (2010) donde menciona que este método se realiza mediante programas incorporados a dichas estaciones que facilitan la representación gráfica del relieve del área de estudio mediante curvas de nivel.

Para el cálculo de la pendiente Ibañez et al. (2010) indican que se debe emplear la Ecuación 3.1:

$$Pendiente (\%) = \frac{h}{Dr} * 100 \quad \text{Ec. 3.1}$$

Donde:

h= diferencia de cotas

Dr= distancia reducida

- **Textura**

Para determinar la textura del suelo se empleó el método de la pipeta o Robinson, mismo que cuantifica las partículas minerales del suelo en forma gravimétrica (Osorio et al., 2023). A continuación, se detalla el procedimiento realizado:

- Una vez realizada la recolección de las muestras en el área de estudio, se procedió con la trituración de las mismas con la ayuda de un molino eléctrico, esto con la finalidad de separar las partículas mayores como la grava en partículas menores como la arena, el limo y la arcilla.
- Se pesó en la balanza analítica 50 g de las muestras de suelo en un vaso de precipitación de 200 ml.
- Luego se agregó a la muestra 20 ml de solución de Hidróxido de Sodio al 10%, esto con la finalidad de dispersar las partículas del suelo.
- Una vez finalizado el perezamiento anterior se dejó la muestra en reposo por 24 horas tapándose con papel aluminio.
- Posteriormente se diluyó la muestra con agua destilada hasta lograr una consistencia uniforme, procedimiento realizado con la ayuda de un agitador de vidrio.
- La muestra ya diluida fue colocada en el vaso del agitador de suelos durante 15 minutos con la finalidad de completar la sedación de las partículas del suelo. Se indica que, durante este procedimiento se agrega agua destilada a la muestra hasta la marca indicada del vaso del agitador de suelos.
- Transcurrido los 15 minutos se depositó la solución de las muestras en una probeta de 1000 ml de capacidad, limpiando por completo las paredes del vaso del agitador con agua destilada y agregándole agua destilada a la misma hasta completar los 1000 ml.
- Después se procedió a tapar la probeta con un tapón de goma para realizar la agitación manual de la misma durante 1 minuto, dejando reposar durante 40 segundos para tomar la primera pipeteada.
- Transcurrido los 40 segundos se tomó 25 ml de la solución con la pipeta, introduciendo la misma hasta la mitad de la probeta y colando la solución en la cápsula de porcelana previamente pesada y colocada por 2 horas en la estufa

a 105°C. Se enjuaga la pipeta con agua destilada para evitar que las partículas de la muestra del suelo se queden en la misma.

- Los 40 segundos transcurridos es el tiempo para que en el fondo se asienten las partículas más pesadas (arena) y queden flotando las partículas menos pesadas es decir limo y arcilla.
- Después de 4 horas en reposo se volvió a tomar 25 ml de la solución con la pipeta y se procedió a verter la misma en otra cápsula de porcelana previamente pesada y llevada a la estufa.
- Luego se colocaron las 2 cápsulas de porcelana en la estufa a 105°C durante 24 horas.
- Transcurridas las 24 horas las cápsulas de porcelana se colocaron en un desecador durante 30 minutos para posteriormente ser pesadas y registrar su peso.

A continuación, se procedió a calcular los porcentajes de arena, limo y arcilla mediante las siguientes ecuaciones establecidas por Loo y Trujillo (2021):

$$\% \text{ arena} = (L1 \pm T1) * 2 - 100 \quad \text{Ec. 3.2}$$

$$\% \text{ arcilla} = (L2 \pm T2) * 2/100 \quad \text{Ec. 3.3}$$

$$\% \text{ limo} = (\% \text{ arena} + \% \text{ arcilla}) - 100 \quad \text{Ec. 3.4}$$

Donde:

L1= lectura del hidrómetro a los 40 seg.

T1= temperatura uno \pm 1.

L2= lectura del hidrómetro tomada a las 4 horas.

T2= temperatura dos \pm 1.

Finalmente, mediante la aplicación del triángulo textural (Figura 3.2) se determinó la clase de textura que presenta el suelo.

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

Para determinar el potencial de hidrógeno, se empleó el procedimiento establecido por López y Zamora (2016) el cual se detalla a continuación:

- En primer lugar, una vez tomadas las muestras en el área de estudio, se realizó el secado de las mismas al aire libre.
- A continuación, se pesó 10 g de tierra, mismos que se colocaron en un vaso de precipitado de 200 ml, al cual se le agregó 25 ml de agua destilada.
- Seguidamente se colocó la muestra en un agitador magnético durante 15 minutos, finalizado este proceso la muestra se dejó en reposo durante 10 minutos.
- Una vez transcurridos los 10 minutos, se procedió a filtrar la muestra con la ayuda de un embudo plástico y papel filtro.
- Finalmente, con la ayuda de un potenciómetro se determinó el pH de las muestras de suelo.

- **Drenaje**

El drenaje se determinó a través del coeficiente de permeabilidad, mediante el método de carga variable propuesto por Fierro et al. (2017), el mismo que se detalla a continuación:

- Para poder extraer las muestras en los suelos se realizó una limpieza de la capa vegetal del sitio.
- Posteriormente se realizó una calicata de 20 cm de diámetro, y con una profundidad de 60 cm, para este procedimiento se utilizó un abre hoyos.
- Al finalizar el procedimiento anterior se cubrió completamente las paredes de la calicata con arcilla mojada, para evitar la infiltración del agua por las paredes de la misma.
- Seguidamente, se vertió agua en la calicata hasta que ésta alcanzó la cota superior del suelo. Al principio el agua filtró con bastante rapidez, sin embargo, se repuso el agua para mantener un nivel constante hasta que los poros del suelo se saturaran de agua.

- Se midió el descenso del nivel del agua en intervalos de 10 minutos, con la ayuda de un flexómetro, el cual se introdujo en la calicata, registrando los datos de la profundidad exacta.
- Este procedimiento se realizó hasta que las diferencias entre 2 lecturas consecutivas fueron similares.

Para determinar el coeficiente de permeabilidad se empleó la ecuación 3.5:

$$K = \frac{2\pi R}{11(t_1 - t_2)} * \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \quad \text{Ec. 3.5}$$

Donde:

K = coeficiente de permeabilidad

R = radio de la calicata

h1 = altura inicial

h2 = altura inicial menos el promedio de la altura drenada

(t2-t1) = tiempo de la prueba

Para determinar el drenaje se utilizaron los datos del anexo 4-D propuesto por Angelone et al. (2006), en la cual se expresan los valores del coeficiente de permeabilidad y su relación con el drenaje de los suelos.

- **Pedregosidad**

Para determinar la pedregosidad se empleó el método establecido por Vidal (2015) el cual se detalla a continuación:

- En primer lugar, se realizó la observación del área de estudio.
- Seguidamente mediante un análisis perimetral, tomando como base los puntos de muestreo y un radio no mayor a 3 metros, se verificó el cubrimiento superficial de las piedras, teniendo en cuenta el tamaño y las distancias existentes entre las mismas.

- **Régimen de temperatura del suelo**

Para determinar las zonas de temperatura se empleó la metodología propuesta por Escobar et al. (2020) mismo que se desarrolló de la siguiente manera:

- En primer lugar, se realizó una marca en el termómetro de suelo a 12 cm de la punta, teniendo en cuenta que el sensor del mismo se encuentra ubicado a 2 cm de la punta.
- Posteriormente se realizó un separador cortando un tubo plástico de 12 cm de longitud.
- Seguidamente se insertó el termómetro por el separador de 12 cm para medir la temperatura del suelo, señalando que el termómetro debe sobresalir de la base del separador.
- Finalmente, se etiquetó el separador y se registraron los datos de la temperatura.

Actividad 6: Determinación de la capacidad de uso del suelo

Para establecer la capacidad de uso del suelo, se aplicó la metodología de evaluación de tierras, la cual adapta la clasificación del Sistema Americano de la USDA-LCC que define el grado de limitaciones de las tierras, a las condiciones del Ecuador. Estas clases de capacidad de usos del suelo, se las determinó mediante una comparación entre los resultados obtenidos de las variables de mayor influencia determinadas en la actividad anterior y las especificaciones técnicas, parámetros mínimos de las descripciones y las categorías para cada variable (CLIRSEN et al., 2011).

En Tabla 3.32 se establecen las especificaciones técnicas para establecer las clases de capacidad de uso de suelo, la cual es una modificación de la Tabla 2.30 en base a las variables seleccionadas de la Tabla 3.31.

Tabla 3.32. Modificación por variable para definir las clases de capacidad de uso del suelo.

Factor	Variables	Clases de capacidad de uso							
		Agricultura y otros usos – arables				Poco riesgo de erosión	Aprovechamiento forestal o con fines de conservación – No arables		
		Sin limitaciones		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes a muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erosión	Pendiente (%)	0 a 2	Menor a 5	Menor a 12	Menor a 25	Hasta 12	Menor a 40	Menor a 70	Cualquiera
	Textura	Grupo 1	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2, 3 y 4	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Suelo	Pedregosidad (%)	Menor a 10	Menor a 25	Menor a 25	Menor a 25	Menor 50	Menor a 25	Menor 50	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	Menor a 2	Menor a 4	Menor a 8	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Humedad	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Temperatura	Régimen de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico e isométrico	Isohipertérmico, isométrico e isomésico	Isohipertérmico, isométrico e isomésico	Cualquiera

Fuente: CLIRSEN et al. (2011). Adaptada por los autores

Actividad 7: Elaboración del mapa de capacidad de uso del suelo

Esta actividad se basó en la elaboración de un mapa de capacidad de uso del suelo, el cual permitió la gestión y planificación de los usos del suelo en base a la clase de capacidad que estos presentaron. Para realizar el mapa se tuvo en cuenta los resultados de la actividad anterior, donde se determinaron las clases de capacidad de uso, de igual forma se utilizaron imágenes satelitales en formato ráster, imágenes aéreas tomadas por dron (DJI PHANTOM 4 pro) y la georreferenciación del área, mismas que fueron procesadas a través de un software especializado en SIG (Servidoni et al., 2019).

Mediante el uso de polilíneas para la generación de polígonos y el formato shapefile para extracción de datos a través de un software especializado en SIG, se obtuvo la representación gráfica de las clases de capacidad de uso, además en la realización de estos mapas se volvió necesaria la cuantificación de las hectáreas de cada una de las clases de capacidad (Molina y Villalva, 2022).

3.6.3. FASE III: ESTABLECIMIENTO DE LOS CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS DE USOS DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

Actividad 8: Determinación de los conflictos de usos del suelo

Para determinar los conflictos de usos del suelo, se empleó la matriz de decisión (Tabla 3.33) establecida por Sánchez (2017), misma que consta de 10 filas en las que se detallan la cobertura y usos mayores, y 8 columnas de usos principales recomendados.

Tabla 3.33. Esquema de matriz decisión.

COBERTURA Y USOS DEL SUELO	CLASES DE CAPACIDAD DE USO DEL SUELO							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Área poblada*	S	S	S	S	A	A	A	A
Cultivos anuales	A	A	A	O1	O1**	O3	O3	O3
Cultivos permanentes	S	S	S	A	O1	O1	O3	O3
Cultivos semipermanentes	A	A	A	O1	O2	O2	O3	O3
Pasto cultivado	S	S	S	O2	A	O1	O3	O3
Pasto cultivado con presencia de árboles	S	S	S	A	A	O1	O3	O3
Plantación forestal (conservación-producción)	S	S	S	S	S	A	O1	O2
Plantación forestal (producción)	S	S	S	A	A	A	O2	O3
Vegetación arbustiva (pastoreo)	S	S	S	S	S	A	O1	O3
Vegetación herbácea (pastoreo)	S	S	S	S	A	O1	O2	O3

*Corresponde únicamente a áreas en proceso de urbanización
 **Para el cultivo de arroz se considera sin conflicto de uso o adecuado "A"

Fuente: Sánchez (2017)

De acuerdo con Sánchez (2017) se establecen los criterios para cada color:

- El color verde señala las áreas que se encuentran en concordancia tanto el uso actual como el uso recomendado.
- El color amarillo señala aquellas áreas que se encuentran en conflicto por subutilización.
- El color rojo por su parte señala áreas que se encuentran en conflicto por sobreutilización de recursos, clasificando de acuerdo a su intensidad en ligera, moderada y severa.

Actividad 9: Elaboración del mapa de conflictos de usos del suelo

Se elaboró un mapa de conflictos de usos de suelos con el propósito de identificar las áreas con conflictos ocasionados por el mal uso de los mismos, así como también determinar las zonas donde se le da un adecuado uso al suelo. Para la elaboración del mapa se utilizaron imágenes satelitales en formato raster e imágenes tomadas con dron (DJI Phantom 4), las cuales fueron procesadas en un software especializado en sistemas de información geográfica, mediante la utilización de polígonos y el formato shapefile para extracción de los datos, todo esto con la finalidad de representar de manera precisa y actualizada la información sobre los conflictos de usos del suelo en el lote 1 de CIIDEA perteneciente a la ESPAM MFL (Ramírez, 2012).

Actividad 10: Desarrollo de una guía de alternativas para el uso del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva de lote 1 de CIIDEA

En esta actividad se realizó el diseño de una guía de alternativas para manejo de suelos, con la finalidad de proporcionar información técnica a estudiantes, profesionales y agricultores. Al mismo tiempo esta guía servirá como aporte para el manejo sostenible de los suelos, así como también, establecer el uso que se le podrá dar a estos según su clase de capacidad de uso, e identificar si existe subutilización o sobreutilización en el área (Barreiro y Cheme, 2022).

La guía se elaboró en base a la estructura planteada por Altamirano y Fuentes (2019) descrita a continuación:

- Portada (contiene el título e imagen ilustrativa).
- Contenido (contiene todos los temas tratados en la guía).
- Presentación (contiene la importancia y promoción de la guía).
- Glosario (contiene los términos técnicos de complejo significado).
- Introducción (contiene información específica sobre la problemática abordada).
- Capítulo 1. conceptos y antecedentes claves (contiene información sobre la cobertura y uso del suelo, capacidad de uso del suelo y los conflictos de uso)
- Capítulo 2. Alternativas de usos de suelo (contiene la lista de alternativas para el manejo sostenible del recurso suelo).
- Conclusiones (presenta de manera sintetizada la información más relevante sobre la problemática abordada).
- Referencias bibliográficas (listado de documentos, artículos científicos y revistas utilizados para la elaboración de la guía).

Actividad 11. Socialización de la guía de alternativas al personal encargado del lote 1 de CIIDEA

En esta actividad se realizó la socialización de información técnica sobre el manejo sostenible de los recursos y las nuevas alternativas para el óptimo aprovechamiento de los suelos (Ortiz, 2019). La socialización se la realizó en modalidad presencial en el cañaveral de CIIDEA, y estuvo dirigida a estudiantes, docentes y trabajadores encargados del lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL. Es importante mencionar que

la finalidad principal fue presentar los resultados de la actual investigación y exponer la guía de alternativas, mediante el uso de equipos tecnológicos como proyector y computadora. Para fomentar la interacción con los participantes se entregaron folletos con información sobre los conflictos de uso del suelo presentes en el Lote 1 y las alternativas de uso enfocadas en la conservación del suelo.

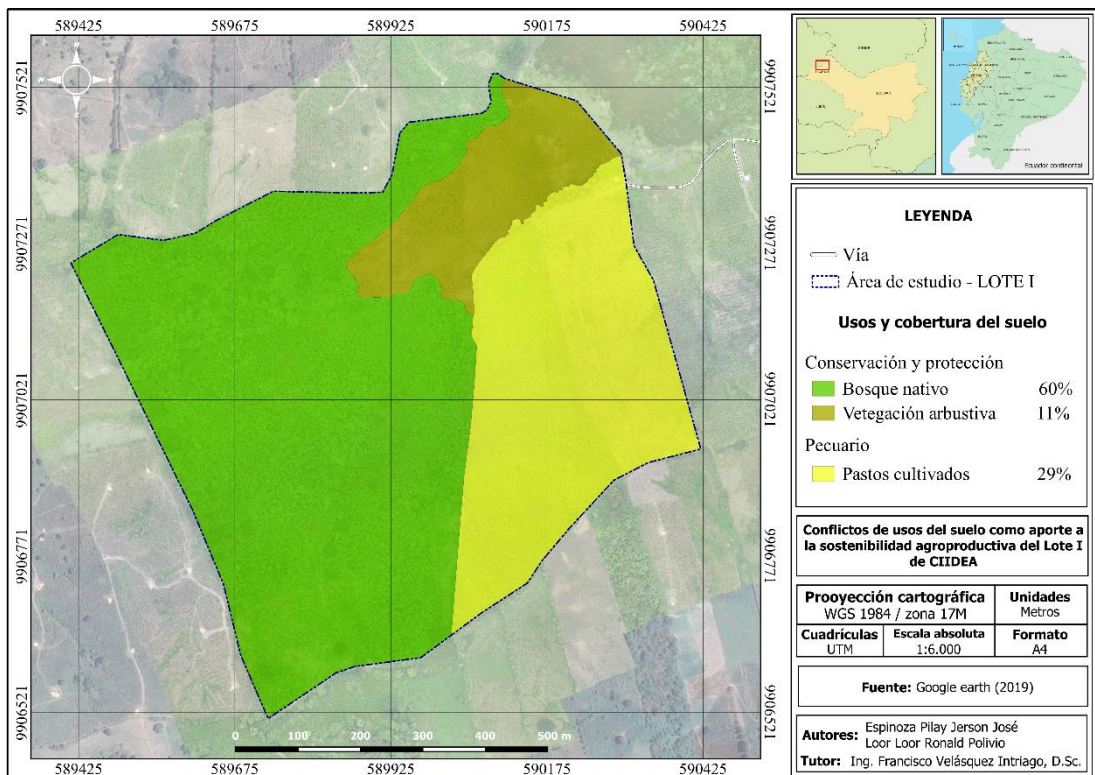
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE I: IDENTIFICACIÓN DE LA COBERTURA Y USO ACTUAL DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

En base al reconocimiento y definición del área de estudio, se obtuvo como resultado que el Lote 1 presentan una extensión total de 58,76 ha, además, con la implementación de la ficha de observación (anexo 2-B) y el registro fotográfico realizado con el dron, se determinó que la principal actividad antrópica practicada en el sitio es la ganadería, identificándose al mismo tiempo la existencia de bosques con gran variedad de especies arbóreas y arbustivas autóctonas de la zona.

Una vez culminadas las actividades previas concernientes a la fase 1, mismas que comprendieron la visita de campo y el registro fotográfico mediante dron, y con la implementación de un software especializado en SIG, se realizó el mapa de cobertura y uso actual del suelo que presenta el Lote 1 del Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA), mismo que se presentan a continuación:

Figura 4.3. Mapa de cobertura y uso actual del suelo.



Con base a la información expuesta en la Figura 4.3 se determinó que, de las 58,76 ha que presenta el Lote 1, el 71% de este se encuentra destinado a un uso de suelo de conservación y protección, mismo que se divide en dos tipos de coberturas, el bosque nativo que dentro de este porcentaje representa el 60%, presenta una cobertura vegetal conformada por especies arbóreas características de la zona como el zapote (*Colicodendron scabridum*), bototillo (*Cochiospermum vitifolium*), frutillo (*Muntingia calabura*), laurel (*Cordia alliodora*), cabo de hacha (*Machaerium mille*), entre otras.

De igual manera se evidencio que la segunda cobertura vegetal dentro del uso de conservación y protección es de tipo arbustiva, misma que equivale al 11%, siendo la de menor extensión en el área de estudio, resaltando la presencia de especies arbustivas como el moyuyo (*Cordia lutea*), cojojo (*Acnistus arborescens*), uña de gato (*Bauhinia aculeata*) y negrito (*chatocarpus pubescens*).

Es importante resaltar que gran parte del Lote 1 permanece sin intervención por actividades antrópicas dado que se mantiene bajo un enfoque de conservación, promoviendo el cuidado del ecosistema, lo cual es clave para preservar los servicios ambientales como la regulación del clima, captación de CO₂ y protección de la biodiversidad. En su estudio Pillaga (2022) evaluó los cambios de uso del suelo en la parroquia Baños, donde obtuvo que el 78 % del área presenta una cobertura vegetal de bosque nativo, valor que se asemeja al de la presente investigación. Sin embargo, discrepan con lo mencionado por Aguilera y Jalón (2018), quienes señalan que en Ecuador especialmente en las zonas costeras se registra una tasa de disminución anual del 1.8% de bosques primarios a causa de la deforestación y las actividades extractivas.

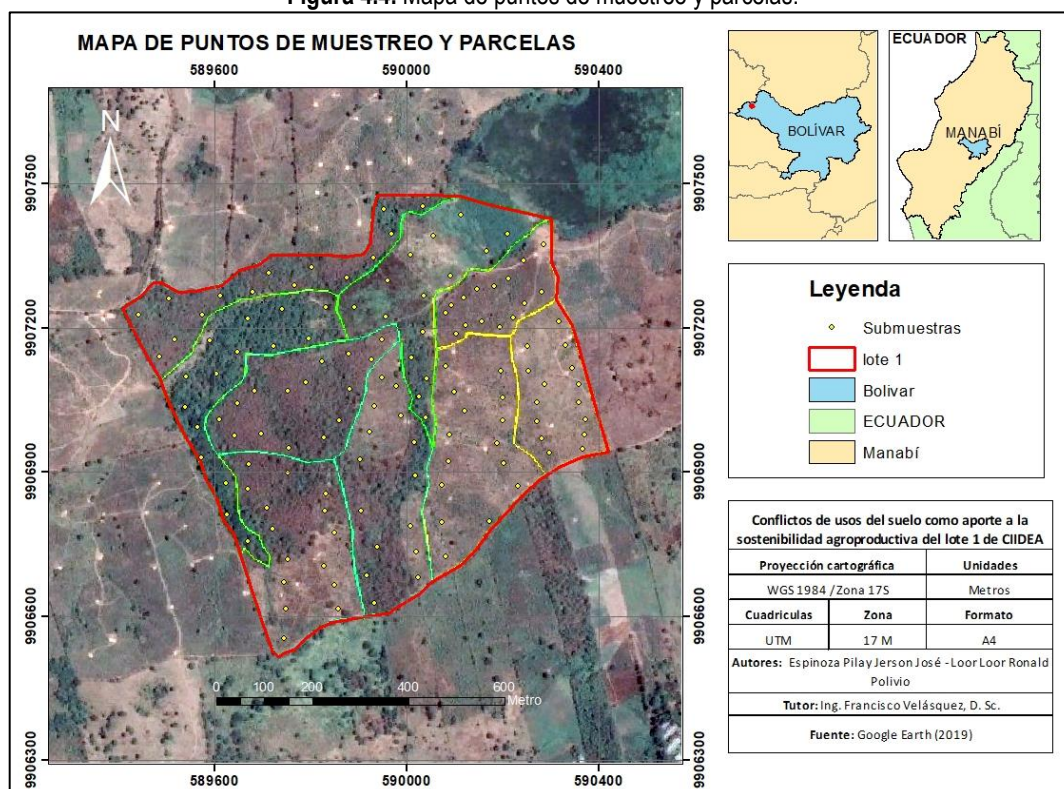
Por otra parte, el segundo uso de suelo dentro del Lote 1 es el pecuario, el cual con 17.04 ha representa el 29% de la extensión total del lote, presentado una cobertura vegetal de pasto cultivado mismo que es destinado al pastoreo del ganado bovino, cabe recalcar que esta cobertura vegetal es la segunda con mayor extensión en el área, y está compuesta por especies como el gramalote blanco (*Axonopus scoparius*), la saboya (*Panicum maximun*) y el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*).

Este resultado coincide con lo reportado en el plan de uso y gestión de suelo elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Bolívar (2018) en el que se indica que el 31,96 % de la superficie del cantón se destina para el cultivo de pastizales, de igual modo, se compara con los valores obtenidos en el estudio de Taípe et al. (2022) quienes exponen que el 19,20 % de los suelos de Manabí presentan una cobertura de pastos cultivados, siendo la provincia con mayor actividad ganadera del Ecuador..

4.2. FASE II: DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE USO DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

Las vistas de campo y los registros fotográficos del área en estudio permitieron definir los puntos de muestreos y la división del Lote 1 en parcelas no mayores a 10 ha, basándose en los siguientes criterios: tipo de vegetación, pendiente, uso actual y manejo previo del suelo. En el anexo 3-A muestra las respectivas coordenadas de las sub muestras tomadas en el área de estudio y la Figura 4.4 por su parte presentan las parcelas en las que se dividió el lote y los respectivos puntos muestreados.

Figura 4.4. Mapa de puntos de muestreo y parcelas.



Cómo se logra observar en la Figura 4.4 el Lote 1 se dividió en 9 parcelas no mayores a 10 ha, por cada parcela se recolectaron 15 sub muestras registrándose un total de 135 muestras, además el tipo de muestreo realizado en la zona fue un muestreo en zig-zag, el cual como indican Castillo et al. (2017) es un tipo de muestreo que permite abarcar la máxima variabilidad espacial del terreno o lote, permitiendo obtener de los análisis resultados más fiables.

A continuación, en la Tabla 4.34 se presenta de manera general los resultados obtenidos de las propiedades físicas y químicas del suelo, evaluadas y analizadas en base a la cobertura y uso actual del suelo que presenta el Lote 1 dentro de sus límites:

Tabla 4.34. Variables correspondientes a la cobertura y uso del suelo del Lote 1 de CIIDEA.

Uso	Cobertura Vegetal	Pendiente	Textura	Drenaje	Pedregosidad	Salinidad	Temperatura	PH	
Conservación y Protección	Bosque nativo	< 18 %	Grupo 3	Arcilloso	Bueno	< 10 %	< 2 dS/m	Isohipertérmico	6,05
	Vegetación arbustiva	< 8 %	Grupo 1	Franco	Moderado	< 10 %	< 2 dS/m	Isohipertérmico	6,48
Pecuario	Pasto cultivado	< 34 %	Grupo 2	Franco Arcillo Limoso	Bueno	< 10 %	< 2 dS/m	Isohipertérmico	6,23

En lo que respecta a la pendiente dentro del Lote 1, se evidenció un porcentaje del 8% a 18 % en la zona del bosque y la vegetación de tipo arbustiva, lo cual indica que estas zonas presentan un relieve que va desde ligera a medianamente ondulados, mientras que en la zona de pasto cultivado la pendiente fue de 34 %, indicando que el relieve de la misma se encuentra de mediana y fuertemente disceptadas. Estos resultados guardan similitudes con los expuestos por Viteri y Zambrano (2016) quienes en su estudio de conflictos de uso del suelo en la parroquia Quiroga, obtuvieron pendientes desde 5% hasta 25% de inclinación, estos porcentajes variados se atribuyen a que la topografía de la región es muy irregular. Así mismo Antúnez et al. (2022) indica que las alteraciones en la topografía son provocadas por la deforestación, la agricultura y la erosión del suelo.

En el caso de la textura se pudo identificar suelos con clases textural de tipo arcillosa, franco y franco arcillo limosa, mismas que de manera general muestra capacidad para un uso agrícola. En el estudio realizado por Cárdenas y Vélez (2024) dentro del Bosque Politécnico se obtuvieron suelos de clase textural arcillosa y franco arcillosa, de igual manera Moreno y Valdivieso (2023) en su investigación indica que el cantón Bolívar presenta suelos de clase textural tanto franco como arcillosa, resultados que se asemeja al obtenido en la presente investigación.

Con respecto al drenaje del suelo, se determinó que el Lote 1 dentro de sus límites presenta un drenaje bueno, es decir que elimina fácilmente el agua proveniente de precipitaciones. Así mismo, se compara con el resultado obtenido por López y Zamora (2016) quienes indican que el drenaje del área de CIIDEA de la ESPAM MFL es bueno. Por otra parte, la pedregosidad en el área de estudio es baja, ya que no se identificaron fragmentos rocosos que pudieran restringir el crecimiento de las raíces de las plantas, este resultado concuerda con el obtenido por Arreaga (2022) en su investigación realizada en cantón Guayaquil sobre la caracterización de suelos agroforestales, donde en varias pruebas in situ no se evidenció una presencia considerable de pedregosidad.

Por otra parte, la evaluación de la salinidad dio como resultado valores menores a 2 dS/m, por lo cual son considerados suelos no salinos, ya que los niveles de sales encontrados no influyen en el crecimiento de las plantas y no afectan la calidad del suelo, este resultado es similar al obtenido por Bolaños y Vargas (2019) quienes en su estudio de calidad de suelos realizados en la parroquia Canuto reportan valores de 0,60 dS/m. Por otro lado, Vega (2022) en su trabajo enfocado en la evaluación de las características de suelos en Chone obtuvo un resultado promedio de 0,021 dS/m valor que se asemeja al de la presente investigación.

En el caso del pH se obtuvo un valor promediado de 6,27 por consiguiente el pH del suelo en el área de estudio se clasifica como moderado a levemente ácido, lo cual se considera bueno para la absorción de nutrientes y la actividad microbiana del suelo. En el estudio realizado por Valverde et al. (2022) se determinó que los suelos en los cantones de Jipijapa y Paján presentan un pH similar al de la presente

investigación, el cual oscila entre 6 y 6,5 indicando la presencia de suelos ligeramente ácidos en la provincia.

Con respecto a la temperatura del suelo, los valores oscilan entre 24°C y 29°C por lo cual permite determinar que las zonas de temperatura son de tipo isohipertérmico, resultados similares exponen Hernández y Manzaba (2024) quienes indican que la temperatura del suelo en los lotes 3, 4 y 5 de CIIDEA es de 26°C a 30°C, así mismo se compara con los valores expuestos en el estudio de Romero et al. (2022) en el cual obtuvieron temperaturas desde 20° C hasta 30° C, por lo que se evidencia que estos resultados no difieren con el presente trabajo.

Para determinar las clases de capacidad de uso de suelo que presenta el Lote 1 se empleó la metodología de evaluación de tierras CLIRSEN, para definir dichas clases se realizó una comparación entre la tabla 3.32 que contiene las especificaciones técnicas y parámetros mínimos para definir las clases de capacidad, con la Tabla 4.34 la cual presenta los resultados generales de las variables de mayor influencia.

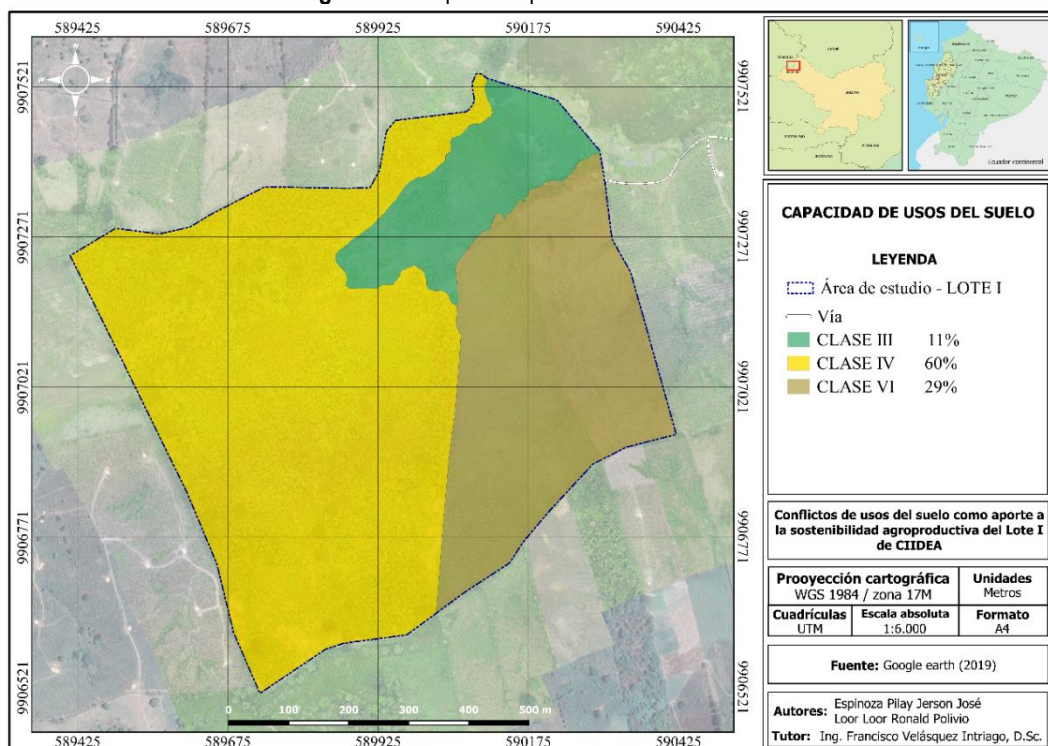
Tabla 4.35. Clases de capacidad del suelo en el área de estudio.

Uso de suelo	Cobertura vegetal	Clase de capacidad	Hectáreas	Porcentaje (%)
Conservación y	Bosque nativo	IV	35,25	60
Protección	Vegetación arbustiva	III	6,46	11
Pecuario	Pasto cultivado	VI	17,04	29

Cómo se logra apreciar en la Tabla 4.35, el Lote 1 presenta suelos de clase III y IV con capacidad para agricultura y otros usos arables, con limitaciones que van de ligeras a moderadas, además el área en estudio cuenta con suelos de clase VI que deben ser utilizados de forma restringida en actividades agrícolas o ganaderas.

Para la interpretación visual de las 3 clases de capacidad que presenta el Lote 1 del Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario (CIIDEA), se empleó un software especializado en SIG, mediante el cual se obtuvo el mapa correspondiente a la Figura 4.5:

Figura 4.5. Mapa de capacidad de uso de suelo.



Según lo expuesto en la Figura 4.5 se identificó que 35,25 ha o el 60% del Lote 1, son suelos que pertenecen a la clase de capacidad IV, y 6,46 ha o el 11% del lote son suelos de clase III, es decir, que en su mayoría los suelos del Lote 1 poseen la capacidad de ser utilizados tanto en la agricultura y ganadería tecnificada, de carácter intensiva o semiintensiva, con limitaciones que van de ligeras a moderadas.

El Gobierno Autónomo Descentralizado de Bolívar (2018) indica que de las 52.357 ha con las que cuenta el cantón, el 2,98% del suelo pertenecen a la clase de capacidad III y el 11,76% a la clase de capacidad IV, resultados que difieren con los obtenidos en el Lote 1, sin embargo, esto no sugiere su inexistencia, más bien indica que estas clases de suelo no logran ser totalmente relevantes en el cantón. De igual manera, se contrasta con los resultados presentados en el plan de uso y gestión de suelo realizado por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Chone (2019) en el cual indica, que en el cantón predominan las clases de capacidad IV con un 26,55 % y la clase III con un 23,88 %, estos porcentajes difieren con los obtenidos en la presente investigación.

La clase de capacidad VI abarca una extensión total de 17,04 ha o el 29 % del área en estudio, al presentar esta clase y debido a sus fuertes limitaciones estos suelos se vuelven inapropiados para actividades agrícolas y ganaderas, siendo las actividades forestales o con fines de conservación las más recomendadas.

En el estudio realizado por Hernández y Manzaba (2024), se obtuvo como resultado que el 22% del Lote 5 del área de CIIDEA presenta suelos de clase VI, resultados que concuerda con los obtenidos en la presente investigación, sin embargo, en los resultados obtenidos por Saavedra (2020) los suelos de clase VI en la parroquia Río Chico del cantón Portoviejo abarcan el 4,03% de su territorio, lo cual indica una presencia reducida de este tipo de suelo en esta parroquia.

4.3. FASE III: ESTABLECIMIENTO DE LOS CONFLICTOS Y ALTERNATIVAS DE USOS DEL SUELO EN EL LOTE 1 DE CIIDEA

Una vez determinada las clases de capacidad y la cobertura y uso actual, se establecieron los conflictos de usos del suelo que presenta el Lote 1, para la determinación de estos se empleó la Tabla 3.33, en la cual mediante la intersección de las clases de capacidad y la cobertura vegetal se establecieron los siguientes conflictos.

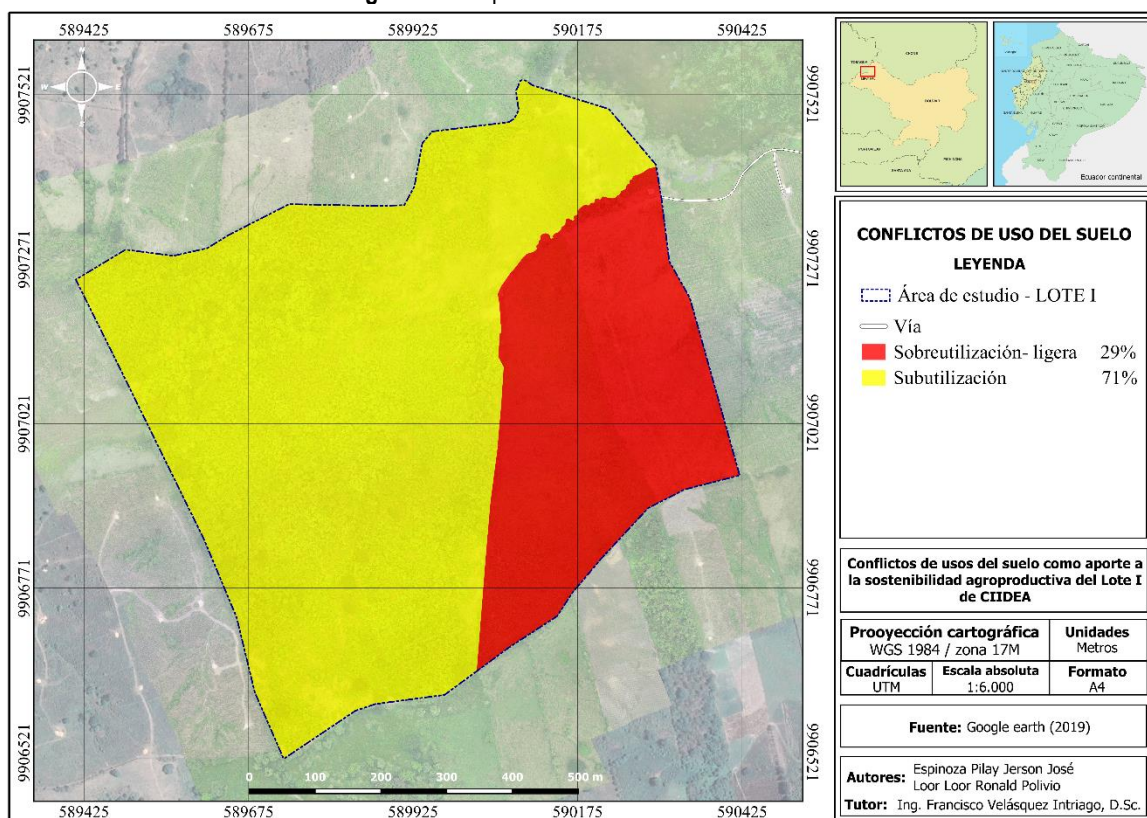
Tabla 4.36. Conflictos de uso del suelo en el Lote 1 de CIIDEA.

Uso	Cobertura Vegetal		Conflicto	Hectáreas	Porcentaje (%)
Conservación y Protección	Bosque nativo	S	Subutilización	35,25	60
	Vegetación arbustiva	S	Subutilización	6,46	11
Pecuario	Pasto cultivado	O1	Sobreutilización – ligera	17,04	29

Cómo se logra apreciar en la Tabla 4.36 el Lote 1 se encuentra en su mayoría en conflicto por subutilización del suelo, con 41,71 ha o el 71% del área, misma que comprende la cobertura vegetal de bosque nativo y vegetación arbustiva, por otra parte 17,04 ha o el 29% del lote se encuentra en conflicto por sobreutilización ligera, dicho conflicto se presenta en uso de suelo pecuario.

Para una mejor interpretación visual de los conflictos de usos del suelo que presenta el Lote 1, se elaboró el mapa de conflictos de uso mediante la aplicación de un software especializado en SIG, mismo que presenta en la Figura 4.6:

Figura 4.6. Mapa de conflictos de usos del suelo.



Cómo se logra apreciar en la Figura 4.6, el 71% del área total del Lote 1 presenta conflictos por subutilización del suelo, es decir que el agroecosistema dominante no está acorde o es de menor de intensidad en comparación con las capacidades productivas que este presenta, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Cárdenas y Vélez (2024) quienes señalan que dentro del Bosque Politécnico perteneciente a la ESPAM MFL el 94,44% de los suelos se encuentran subutilizados, de igual manera estos resultados se asemejan con el estudio realizado por Baquero (2016) en Quito parroquia Tumbaco, donde se determinó que el 84 % del área evaluada se encuentra subutilizada.

Los resultados de la investigación discrepan con los datos proporcionados por el Gobierno Provincial de Manabí (2021), donde se indica que el 40 % del territorio se encuentra subutilizado, sin embargo, a pesar de la discrepancia es importante destacar que los problemas por subutilización de suelo persisten en la provincia. Así mismo para Espinosa et al. (2022) en Ecuador aproximadamente 1 millón de ha utilizadas en actividades antrópicas presentan conflictos por subutilización a causa del desconocimiento sobre la vocación del suelo, para Aguilar y Maldonado

(2023) el desaprovechamiento de suelos con gran capacidad productiva genera repercusiones de carácter económico a las familias que habitan en zonas rurales.

Por otra parte, el 29% restante del lote se encuentra en conflicto por sobreutilización ligera del suelo, situación que se manifiesta cuando el uso dominante es más intenso e incompatible con las capacidades y aptitudes naturales que el suelo presenta, lo que a su vez conlleva a la degradación progresiva del mismo.

En el estudio realizado por Cartaya et al. (2018) se obtuvieron resultados similares, en este se menciona que en Manabí el 34% de los suelos dedicados a actividades agrícolas y ganaderas de carácter intensivo, se encuentran en conflictos por la sobreutilización del mismo, de igual forma en el estudio realizado por Hernández y Manzaba (2024) dentro de CIIDEA, se determinó que 23,63% de los suelos del área se encuentran sobreutilizados, de los cuales el 7,91% presenta sobreutilización ligera, lo cual discrepa con los resultados expuestos en la presente investigación, no obstante, señala la presencia de suelos en conflictos por sobreutilización dentro de CIIDEA.

Determinados los conflictos de uso del suelo en el Lote 1 se elaboró la guía de alternativas para el manejo y uso de los suelos como aporte a la sostenibilidad agroproductiva del área (anexo 5), la misma que estuvo dirigida a estudiantes, docentes y trabajadores encargados del Lote 1 de CIIDEA, con la finalidad de dar a conocer los resultados de la presente investigación y proporcionar información técnica sobre el manejo sostenible de los suelos, así como también un diagnóstico situacional de los terrenos y el uso que se les puede dar a estos según la capacidad de uso que presentan.

Con base a los resultados obtenidos se determinó que en el Lote 1, el 29% de los suelos con intervención antrópica se encuentran en conflicto por sobreutilización ligera, lo cual implica problemas de degradación y pérdidas de nutrientes, de igual manera se identificó que el 71% de lote se encuentra en conflicto por subutilización del suelo, es decir que a pesar de contar con características excelentes para el desarrollo de actividades productivas no se están utilizando los suelos acorde a su potencial; dado que el conflicto por subutilización del agroecosistema presente en el Lote 1 supera el 50% establecido en la idea a defender, se rechaza la misma.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se evidenció que en el Lote 1 se caracteriza por ser un área dedicada a la preservación de los recursos naturales, dado que el uso con mayor extensión en la zona de estudio es la de conservación y protección, misma que ha experimentado poca intervención humana; este uso presenta un área total de 41,71 ha, con especies arbóreas autóctonas de la zona como el zapote, frutillo y laurel, así mismo presenta vegetación de tipo arbustiva como el moyuyo, cojojo y uña de gato.
- En lo que respecta a las clases de capacidad se determinó que el Lote 1 en su mayoría presenta potencial para ser utilizado con fines agrícolas y pecuarios, dado que los suelos de clase IV son los de mayor extensión en la zona con 35.25 ha, sin embargo, estos suelos a pesar de su potencial, presentan limitaciones por pendiente y drenaje, lo cual limita y afecta el desarrollo de los cultivos, volviéndose necesaria la aplicación de técnicas de manejo adecuadas, como la siembra en contorno o las barreras vivas.
- De acuerdo con los resultados, el Lote 1 de CIIDEA presenta conflictos de usos del suelo por subutilización en un 71 %, situándose un 21% por encima de la idea a defender de esta investigación, siendo su sistema agroecosistémico predominante de menor intensidad en comparación con las capacidades productivas que posee el suelo. Por otra parte, se determinó que el 29 % del área de estudio tiene conflictos por sobreutilización ligera, debido a que el uso actual es incompatible con las capacidades del suelo.
- Los suelos son un componente clave para alcanzar la sostenibilidad ambiental y garantizar la seguridad alimentaria; por ende, la presente investigación contribuye al manejo y gestión adecuada de los suelos del Lote 1 a través de una guía de alternativas de uso del suelo; fomentando la conservación y protección de las características físicas, químicas de los mismos, proyectando a su vez la fertilidad y estabilidad productiva de los suelos.

5.2. RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos físicos y químicos anualmente, basándose en las variables establecidas en la tabla 3.31, con la finalidad de verificar posibles cambios en el uso y cobertura de los suelos, así como también cambios en las características físicas y químicas que afecten la estabilidad y capacidad productiva de los mismos.
- Promover investigaciones similares que permitan recopilar información sobre la cobertura y uso actual, capacidad productiva y conflictos en el uso de suelo, que sirvan como base para desarrollar estrategias o alternativas enfocadas en la sostenibilidad, protección y conservación ambiental.
- Para promover la sostenibilidad ambiental en el Lote 1 se recomienda realizar análisis biológicos con la finalidad de evaluar la disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo; además se sugiere incorporar plantas que enriquezcan el suelo con materia orgánica para reducir la dependencia de los fertilizantes químicos.
- Crear programas de capacitación enfocados en la conservación, protección y gestión adecuada de los recursos naturales, incentivando la participación de docentes, estudiantes y el personal encargado de CIIDEA.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, I., Sánchez, A. y Mendoza, B. (2021). Evaluación del nivel de degradación del suelo en dos sistemas productivos en la depresión de Quíbor. I. Análisis multivariado. *Bioagro*, 33(1), 59-66. doi:10.51372/bioagro331.7
- Aguilar, A. y Maldonado, C. (2023). *Influencia del uso y cobertura de suelo en la calidad del agua de la Laguna San*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/41055>
- Aguilera, R. y Jalón, A. (agosto de 2018). *Reforestación con especies forestales nativas para la conservación y protección de los recursos hídricos, provincia de Esmeraldas, Ecuador*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/delos/32/roberto.html>
- Alcántara, G. (2011). *Pendiente de los suelos del departamento de Cajamarca*. Recuperado el 2022, de Gobierno Regional de Cajamarca Ordenamiento territorial : <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/Pendiente.pdf>
- Altamirano, D. y Fuentes, E. (2019). *Manual de buenas prácticas ambientales para la aplicación en los talleres, lubricadoras y lavadoras de la ciudad de Puyo*. Obtenido de Tesis de Pregrado: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1065>
- Álvarez, C. y Rimski-Korsakov, H. (2016). *Manejo de la fertilidad del suelo en planes orgánicos*. Editorial Facultad Agronomía. Obtenido de http://www.ciaorganico.net/documypublic/126_libro_fertilidad_de_suelos-pvo_isbn.pdf
- Andrade, G. (2021). *Conflictos de uso de la tierra en la cuenca cocheros distrito Rupa Rupa – Tingo María*. Recuperado el 2023, de Universidad Nacional Agraria de la Selva, repositorio Institucional Digital: <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2028>
- Andrade, G., Loarte, W., Oré, J., Oré, L. y Rengifo, J. (2022). Conflictos de uso de tierra en la microcuenca Cocheros Tingo María, 2022. *FitoVida*, 1(1). Recuperado el 2023, de <http://revistas.unid.edu.pe/index.php/FitoVida/article/view/2/2>
- Andrades, J., Delgado, F. y López, R. (2007). *Estimación de la pedregosidad volumétrica del suelo, con base en el área de fragmentos de roca expuestos, en un inceptisol de los andes venezolanos*. Recuperado el 2022, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/329626042_Biorremediacion_de_suelos_pedregosos

- Andrades, M., Moliner, A. y Masaguer, A. (2015). *Prácticas de Edafología*. Recuperado el 2022, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/libro/580696.pdf>
- Angelone, S., Cauhapé, M. y Garibay, M. (septiembre de 2006). *Permeabilidad de suelos*. Recuperado el 2023, de Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura: <https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiygeotecnia/Permeabilidad%20en%20Suelos.pdf>
- Arreaga, K. (octubre de 2022). *Caracterización física del suelo en sistemas agroforestales de cacao (Theobroma cacao L) en el Cantón Milagro, Provincia del Guayas*. Obtenido de Repositorio de la Universidad de Guayaquil: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/63653>
- Avendaño, J., Narvaez, E. y Quintero, C. (2015). *Análisis y georreferenciación de las estructuras de la red de conducción del acueducto Tres Quebradas del municipio de la Calera – Cundinamarca*. Recuperado el 2023, de Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4873/Avenda%c3%b1oCaitaJohnAlexander2015.pdf?sequence=9&isAllowed=y>
- Balderas, M., Camacho, J., Sánchez, M. y Sanabria, R. (2017). Cambios de cobertura y uso de suelo: estudio de caso en Progreso Hidalgo, Estado de México. *Scielo*, 23(3). Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712017000300039
- Baque, B. y Baque, J. (2019). Propuesta de zonificación de uso del suelo en el cantón Montecristi. *Dialnet*, 5(1), 326-349. Recuperado el 2023, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6869941>
- Baquero, W. (2016). *Elaboración de una propuesta de manejo para la conservación de suelos en la hacienda CADET, utilizando herramientas SIG*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Central del Ecuador: <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/128e1d3b-ec9a-41cb-ae4b-b7b9d1e8a942>
- Barrantes, O. y Sandoval, L. (2016). Uso/Cobertura de la Tierra en los Cantones de Upala, Guatuso y Los Chiles en el Año 2011. *Revista Geográfica de América Central*, 1(56), 59-91. doi:10.15359/rgac.1-56.3
- Barreiro, P. y Cheme, E. (2022). *Estimación de la huella hídrica en cultivos de pitahaya (Hylocereus undatus) en CIIDEA ESPAM MFL*. Obtenido de Tesis de pregrado.
- Beltrán, R. y Cárdenas, M. (2019). *Análisis comparativo del plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Bogotá (pomca) y el plan de ordenamiento territorial (pot) del municipio de Chía desde un enfoque aplicado a la elaboración de avalúos de inmuebles*. Recuperado el 2023, de Repositorio Institucional de la Universidad Francisco José de Caldas:

- <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/16219/BeltranSuarezRubenDario2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades*. Bogotá, Colombia: Pearson Educación.
- Bolaños, H. y Vargas, G. (abril de 2019). *Calidad de suelos dedicados a la producción de arroz (oryza sativa l.) Bajo inundación en la parroquia Canuto, Chone, Manabí*. Obtenido de Repositorio Digital Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/979>
- Bottger, J. (2020). *Estimación de conflicto de uso de suelo de la microcuenca Grapanazú, del distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa, Pasco*. Obtenido de Repositorio Institucional [UNDAC] Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2461/1/T026_70795237_T.pdf
- Brunel, N. y Seguel, O. (2011). Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur*, 39(1), 1-12. Obtenido de <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v39n1/art01.pdf>
- Cárdenas, A. y Vélez, J. (febrero de 2024). *Conflictos de usos del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva del bosque Politécnico de la ESPAM MFL*. Recuperado el 2024, de Repositorio Digital ESPAM: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2344>
- Cartaya, S., Zurita, S. y Mantuano, R. (2018). Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de Cuniculus paca, Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 262-279. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/3477/347760473003/347760473003.pdf>
- Casanova, L. (2010). *Levantamientos Topográficos*.
- Castillo, R., Salazar, M. y Suárez, M. (Noviembre de 2017). *Guía para el muestreo de suelos y foliares en caña de azúcar*. Recuperado el 2023, de <https://cincae.org/wp-content/uploads/2021/08/GUIA-PARA-MUESTREO-DE-SUELOS-Y-FOLIARES.pdf>
- Celis, R. (2019). *Identificación de conflictos por el uso del suelo en el sector rural y en la reserva forestal protectora Serranía de la Lindosa, área de influencia de San José del Guaviare*. Recuperado el 2023, de Repositorio institucional de la Universidad de La Salle: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2114&context=ing_ambiental_sanitaria
- Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos [CLIRSEN], Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], Sistema de Información Geográfica y del Agro [SIGAGRO].

- (2011). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional Evaluación de suelo por su capacidad de uso*. Recuperado el 2022, de Sistema Nacional de Información: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA4/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/MANABI/MANTA/EE/MEMORIA_TECNICA/mt_capacidad_uso_de_la_tierra.pdf
- Cerrón, J., Castillo, J., Del Bonnesoeur, V., Peralvo, M. y Mathez, S. (2019). *Relación entre árboles, cobertura y uso de la tierra y servicios hidrológicos en los Andes Tropicales: Una síntesis del conocimiento*. doi:10.5716/OP19056.PDF
- Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización [COOTAD]. (2010). *Presidencia de la República del Ecuador*. Obtenido de La Organización de los Estados Americanos [OAS]: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Obtenido de Repositorio digital: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Condori, I., Loza, M., Mamani, F. y Soliz, H. (2018). Análisis multitemporal de la cobertura boscosa empleando la metodología de teledetección espacial y SIG en la sub-cuenca del río Coroico - provincia Caranavi en los años 1989 - 2014. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 9(1), 25-44. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/jsars/v9n1/v9n1_a03.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial 449 del 20-Oct-2008*.
- Cremona, M. y Enriquez, A. (2020). *Algunas propiedades del suelo que condicionan su comportamiento: el pH y la conductividad eléctrica*. Obtenido de INTA Ediciones: <https://inta.gob.ar/documentos/revista-presencia-n%C2%B0-73>
- Cruz, G. (2015). *Análisis de la capacidad de uso de las tierras y propuesta de ordenamiento territorial del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, Ecuador*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad San Francisco de Quito : <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3810>
- Daza, G. y Chávez, R. (2018). *Influencia de cultivo de maíz (Zea mays) en la calidad del suelo en el sitio Los Amarillos, canton Tosagua*. Obtenido de Tesis de pregrado: <https://repositorio.esпам.edu.ec/bitstream/42000/741/1/TMA164.pdf>
- Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC]. (2021). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Recuperado el 21 de febrero de 2024, de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf

- Erazo, E. (2019). *Uso de algoritmo de inteligencia artificial para desarrollar una metodología para medir la textura de los suelos*. Recuperado el 2022, de Repositorio Digital UNACH Universidad Nacional de Chimborazo : <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5710/1/UNACH-EC-ING-AMBT-2019-0013.pdf>
- Escobar, M., Navas, A., Medina, C., Corrales, J., Tenjo, A. y Borrás, L. (2020). Efecto de prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto Colombiano. *Development*. Recuperado el 2023, de https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=A0MJkXkAAAAJ&citation_for_view=A0MJkXkAAAAJ:EYYDruWGBBe4C
- Espinosa, J., Moreno, J. y Bernal, G. (2022). *Suelos del Ecuador clasificación, uso y manejo*. Obtenido de Instituto Geográfico Militar (IGM): https://www.researchgate.net/publication/360783766_Suelos_Ecuador_Uso_del_Suelo
- Espinosa, K., Velasteguí, E. y Vásquez, P. (2019). *Sistemas de Información Geográfica*. La Mana, Ecuador: Ciencia Digital Editorial. doi:<https://doi.org/10.33262/cde.3>
- Espinoza, A. y Mendoza, R. (2017). *Guía Muestreo de Suelos*. Managua, Nicaragua. Recuperado el 2023, de <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>
- Espinoza, E. (Diciembre de 2020). *Los mapas temáticos y su aplicación como estrategia didáctica para la enseñanza de la geografía física en el nivel escolar*. Recuperado el 2023, de Repositorio Institucional, Universidad Técnica De Machala: http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/16272/1/E-11827_MANZO%20YANANGOMEZ%20JOSE%20RICARDO.pdf
- Fadda, G. (2017). *Clasificación de tierras, clasificaciones interpretativas*. Recuperado el 2022, de Edafología : <https://s9a0d11af78cd478d.jimcontent.com/download/version/1563476239/module/7956232076/name/Clasificacion%20de%20tierras%202017.pdf>
- Fierro, J., Parra, A. y Vásquez, C. (2017). *Determinación del coeficiente de permeabilidad de las comunas 1, 3 y 5 del municipio de Girardot - Cundinamarca*. Recuperado el 2023, de Repositorio Institucional Universidad Piloto de Colombia: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5643/TRABAJO%20FINAL.pdf?sequence=1>
- Flores, D. y Fernández, D. (2017). LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA. UNA REVISIÓN. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 9(1), 11-16. Obtenido de <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/fagropec/article/view/347>

- Frolla, F., Zilio, J. y Kruger, H. (2020). Selección de bandas e índices espectrales relacionados con la profundidad efectiva de los suelos en la región Pampeana Austral de Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 46(3), 404-. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8529>
- García, L. (diciembre de 2019). *Dinámica del cambio de usos de suelo de Acajete, Puebla*. Obtenido de Repositorio institucional de acceso abierto Benemérita Universidad Autónoma de Puebla: <https://hdl.handle.net/20.500.12371/4899>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Bolívar. (2018). *Plan de Uso y Gestión del Suelo Cantón Bolívar*. Obtenido de <https://gadbolivar.gob.ec/pugs/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de Chone. (2019). *Plan de Uso y Gestión del Suelo del Cantón Chone*. Obtenido de PUGS Chone: <https://sites.google.com/view/chonepugs/biblioteca>
- Gobierno Provincial de Manabí. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, Manabí*. Recuperado el 2024, de <https://www.manabi.gob.ec/wp-content/uploads/2021/04/1.-PDyOT-Manabi.pdf>
- González, J. (2018). *Zonificación agroecológica y plan de uso del suelo para la zona de riego del sistema Santiago*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20364/1/JANIO%20ENRIQUE%20GONZ%20LEZ%20Z%20A%20UGA.pdf>
- Guerra, K. (enero de 2018). *Determinación de la capacidad de uso del suelo y propuesta de plan de manejo de la microcuenca Carcaj, Chiquimula*. Recuperado el 2022, de Red de Bibliotecas Landivarianas: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/06/09/Guerra-Karla.pdf>
- Guerra, S. (2014). *Determinación del conflicto de uso de suelo para las veredas Las Petacas y La Correa del municipio de Puerto Rondón dentro de la cuenca del río Cravo Norte en el departamento de Arauca*. Obtenido de Repositorio digital Universidad Militar Nueva Granada: <http://hdl.handle.net/10654/11729>
- Guerrero, J. y Vélez, A. (8 de junio de 2023). *El sector ganadero y su incidencia en el aumento de los niveles de Gas metano (ch4) en la parroquia Eloy Alfaro del cantón Chone - Manabí*. Obtenido de Universidad Estatal del Sur de Manabí: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/5336>
- Guzmán, J. (2022). *Metodología para el análisis de cobertura vegetal mediante imágenes obtenidas con drones en franjas de protección de ríos. caso: Río Chorlaví, ciudad de Ibarra*. Obtenido de Tesis de Pregrado: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12997>
- Hernández, A., Vera, L., Naveda, C., Guzmán, Á., Vivar, M., Zambrano, R., . . . López, G. (2017). Variaciones en algunas propiedades del suelo por el cambio de uso de la tierra, en las partes media y baja de la microcuenca

- Membrillo, Manabí, Ecuador. *Inca (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas)*, 38(1), 50-56. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n1/ctr06117.pdf>
- Hernández, J. y Manzaba, K. (febrero de 2024). *Conflictos de usos del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva de los lotes 3, 4 y 5 de CIIDEA*. Obtenido de Repositorio Digital ESPAM: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2359>
- Ibañez, S., Gisbert, J. M. y Moreno, H. (2010). *La Pendiente del Terreno*. Obtenido de <https://www.bing.com/ck/a?!&&p=80ecf81e82492059JmltdHM9MTY3MjI3MjAwMjZpZ3VpZD0zMDkwYmY0Ny04YjA4LTZIN2EtMThiMS1hZDdmOGFiNjZmZWUmaW5zaWQ9NTE3OQ&ptn=3&hsh=3&fclid=3090bf47-8b08-6e7a-18b1-ad7f8ab66fee&psq=la+pendiente+del+terreno+pdf&u=a1aHR0cHM6Ly9yaXVuZXQu>
- Instituto Espacial Ecuatoriano [IEE], Ministerio de Agricultura Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], Coordinación General del Sistema de Información Nacional [CGSIN]. (Mayo de 2015). *Evaluación de las Tierras por su Capacidad de Uso*. Recuperado el 2024, de Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio a Nivel Nacional Escala 1: 25 000: https://www.geoportaligm.gob.ec/geodescargas/cotacachi/mt_cotacachi_capacidad_uso_de_las_tierras.pdf
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2017). *Guía de muestreo*. Recuperado el 2023, de Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC: <https://igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/guiademuestreo.pdf#overlay-context=es/contenido/tramites-y-servicios/informacion-de-clases-agrologicas>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (11 de mayo de 2021). *Clasificación de las tierras por su capacidad de uso*. Recuperado el 2022, de Instituto geográfico Agustín Codazzi : <http://igacnet2.igac.gov.co/intranet/UserFiles/File/DOCUMENTOS%20SGI%202021/GAG/PC-GAG-05/IN-GAG-PC05-02%20Clasificacion%20de%20las%20tierras%20por%20su%20capacidad%20de%20uso.pdf>
- Lalvay , T. y Orellana, J. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 14(1), 65-79. Recuperado el 2023, de <https://www.scielo.cl/pdf/riat/v14n1/0718-235X-riat-14-01-00065.pdf>
- Lino, J. (2019). *Comportamiento espacial y temporal de la salinidad de suelos y aguas del centro de apoyo manglaralto UPSE*. Recuperado el 2022, de Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena:

<https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4993/1/UPSE-TIA-2019-0025.pdf>

- Loor, L. y Trujillo, K. (Octubre de 2021). *Evaluación de la proporción del abono de soca de maíz (zea mays L.) En la calidad físico-química del suelo en Los Amarillos, Tosagua*. Recuperado el 2023, de Repositorio ESPAM: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1656/1/TTMA70D.pdf>
- López, G. y Zamora, A. (Julio de 2016). *Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de Investigación, Innovación y Desarrollo de la ESPAM - MFL*. Obtenido de Repositorio de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/270>
- López, V., Balderas, M., Chávez, M., Juan, J. y Gutiérrez, J. (2015). Cambio de uso de suelo e implicaciones socioeconómicas en un área mazahua del altiplano mexicano. *Ciencia Ergo Sum*, 22(2), 136-144. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10439327004>
- Maldonado, A. (junio de 2016). *Evaluación de diferentes dosis de hexametáfosfato de sodio (NaPO₃)₆, en la determinación de tres tipos texturales de suelo, mediante el método de Bouyoucos*. Recuperado el 2022, de Repositorio Digital Universidad Central del Ecuador : <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8135/1/T-UCE-0004-42.pdf>
- Manrique, J. (2021). *Determinación de la salinidad de suelos arroceros mediante el uso de sensores remotos en el cantón Daule - Guayas*. Recuperado el 2022, de Centro de información agraria: <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MANRIQUE%20CENTENO%20JOE%20ORENE.pdf>
- Mesías, F., Hernández, A., Guzmán, L. V., Cedeño, Á., Cedeño, Á. y López, G. (2018). Reservas de carbono orgánico en suelos de la llanura fluvial Calceta-Tosagua, Manabí, Ecuador. *INCA (Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas)*, 39(4), 27-33. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v39n4/ctr04418.pdf>
- Molina, M. y Villalva, V. (2022). *Determinación de los conflictos de uso del suelo a partir de su aptitud física en el cantón Cotacachi*. Obtenido de Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte : <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12629>
- Montiel, K. y Ibrahim, M. (2015). *Manejo integrado de suelos para una agricultura resiliente al cambio climático*. Recuperado el 2022, de Inter-american institute for cooperation on agriculture: <http://repiica.iica.int/docs/B3982E/B3982E.PDF>
- Mora, V. y Álvarez, D. (octubre de 2017). *Análisis del uso actual; conservación y protección; potencial del suelo*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7139>

- Moreno, E. y Valdivieso, O. (Noviembre de 2023). *Efectos del biochar sobre el suelo, crecimiento y producción de la cebolla perla (Allium cepa L.) en macetas*. Obtenido de Repositorio de la Escuela superior Politécnica Agropecuaria de Manabí MFL: <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/2250>
- Morillas, G. (2015). *Dialnet*. Recuperado el 2023, de Regímenes de humedad y temperatura de los suelos de la isla de la palma: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=237077>
- Nadal, A. y Aguayo, F. (2020). *Los motores de la degradación ambiental: el modelo macroeconómico y la explotación de los recursos naturales en América Latina*. Recuperado el 2022, de Repositorio digital Comisión Económica para América Latina y el Caribe: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45766/1/S2000443_es.pdf
- Narváez, O. M. y Villegas, L. I. (2014). *Introducción a la Investigación: guía interactiva*. Obtenido de Universidad Veracruzana : <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad1/investigacion-tipos.html>
- Ochoa, G., Martínez, E., Ramírez, R. y Correa, G. (2012). Crecimiento y desarrollo de la lima ácida (*citrus latifolia tanaka*), cv. tahití, en suelos con limitaciones por profundidad efectiva, en un bosque seco tropical. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 65(2), 6567-6578. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v65n2/v65n2a01.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura [FAO]. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. Obtenido de Food and Agriculture organization of the United Nations: <https://www.fao.org/3/i8864es/l8864ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2015). *El suelo es un recurso no renovable*. Recuperado el 2022, de Food and Agriculture organization of the United Nations : <https://www.fao.org/3/i4373s/i4373s.pdf>
- Ortiz, J. (2019). *Extensión rural, buenas prácticas agrícolas como estrategia para contribuir con el desarrollo sostenible en la Microcuenca Campeón, Municipio de Fresno Departamento del Tolima*. Obtenido de Tesis de postgrado: https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/4354/Ortiz_Otavo_Jeyni_Vivana_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Osorio, M., López, S., Haro, J. y Carrillo, W. (2023). *EL SUELO. PRINCIPIOS Y ANÁLISIS*. Buenos Aires, Argentina: Puerto Madero Editorial Académica. doi:10.55204
- Pabón, E. (2022). *Análisis de los procesos de cambio de uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Tabacay*. Obtenido de UASB-DIGITAL Repositorio

- Institucional del Organismo de la Comunidad Andina, CAN: <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8687/1/T3801-MCCSD-Pabon-Analisis.pdf>
- Pillaga, H. (2022). *Estudio multitemporal del cambio de uso del suelo para establecer mecanismos de conservación en la parroquia Baños*. Obtenido de Repositorio Univeridad Católica de Cuenca: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/12823>
- Ramírez. (2012). *Mapa de conflictos de uso de la tierra*. Obtenido de http://terra.iiap.gob.pe/assets/files/micro/zee_iquitos_nauta/23_Conflictos_Usos.pdf
- Rivas, D. (2018). *El clima, caracteres, causas, clasificación, fenómenos y alteraciones climáticas. Aplicación didáctica*. Recuperado el 2022, de Repositorio Institucional Universidad Nacional de Educación Enrique Guzman y Valle Alma Máter del Magisterio Nacional: <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/4103/EI%20clima%2C%20caracteres%2C%20causas%2C%20clasificaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, A. y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*(82), 1-26. doi:<https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Romero, F., Jaramillo, E. y Luna, A. (2022). Evaluación morfológica del pimiento (*capsicum annun l.*) bajo diferentes coberturas vegetales muertas, Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 10(3), 134-142. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Ruiz, A. (2015). *La Observación: Una herramienta para la investigación*. Obtenido de Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona: http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/67615/1/LA_OBSERVACI%C3%93N_Part_1.pdf
- Saavedra, D. (Marzo de 2020). *Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (FLACSO)*. Recuperado el 2024, de Uso de suelo rural para la expansión urbana y resiliencia frente al cambio climático: parroquia Riochico, Portoviejo-Manabí, período 2010-2018: <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/16564>
- Salas, J. y Valenzuela, J. (2011). *Determinación de los conflictos de uso del suelo en la microcuenca Panchindo - municipio de la Florida – departamento de Nariño*. Recuperado el 2023, de Universidad de Nariño: <https://sired.udenar.edu.co/3997/1/85051.pdf>
- Sánchez, D. (2017). *Los conflictos de uso de las tierras en Ecuador*. Recuperado el 2023, de SigTierras: http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_CONFLICTOS_DE_USO_DE_LAS_TIERRAS_ECUADOR.pdf

- Servidoni, L., Oliveira, B., Coelho, M. y Mincato, R. (2019). Capacidad de uso de la tierra, conservación del suelo. *InterEspaço: Revista De Geografía E Interdisciplinaridade*, 5(17). doi:<http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549.2019.12119>
- Sosa, D. A. (2012). *Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Taípe, M., Duicela, L., Solorzano, J., Molina, C., Zambrano, T., Caiza, F. y Aranguren, J. (2022). Realidades de la ganadería bovina en la provincia de Manabí. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 311-338. doi:https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2588
- Toala, V. (20 de noviembre de 2019). *Determinación de la Textura del Suelo*. Recuperado el 2022, de <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-catolica-de-cuenca/control-y-tratamiento-de-la-contaminacion-del-suelo/informe-de-suelos-2019-2020-sobre-la-determinacion-de-la-textura-del-suelo/6706951>
- Toledo, M. (2016). *Manejo de suelos ácidos en las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos*. Obtenido de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua [UNAN]. (septiembre de 2020). *Guía Metodológica Aplicación de la Técnica de Análisis Documental*. Recuperado el 2022, de UNAM Nicaragua : <https://www.unan.edu.ni/wp-content/uploads/unan-managua-gua-aplic-analisis-documental.pdf>
- Valderrama, J. (marzo de 2014). *Conflictos entre uso actual y capacidad de uso mayor de los suelos que influyen en el desarrollo territorial sostenible del distrito de Matara, Cajamarca*. Obtenido de Repositorio digital Universidad Nacional de Cajamarca: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1879/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Valverde, A., Villao, F., García, J., Ortega, J. y Vera, R. (2022). Análisis computacional de las caracterizaciones físico química de los suelos cafetaleros del Sur de Manabí –Ecuador. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 15(11), 37-55. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8955475>
- Vargas, D., Cerón, A., Olivares, L. y Bobadilla, M. (2020). *Manual de evaluación de suelos énfasis en memoria edáfica, materia orgánica e hidroedafología*. Recuperado el 2022, de Sociedad mexicana de la ciencia del suelo : <https://www.smcsmx.org/files/concurso/2020/Manual3CMES2020.pdf>
- Vega, M. (2022). *Determinación de cadmio por espectroscopía de absorción atómica en suelos de cultivo de cacao, provenientes de la parroquia Convento, Chone-Manabí*. Obtenido de Repositorio Institucional Universidad

- Central del Ecuador:
<https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/db15569b-8b41-4659-8db6-cca1e9a84cff>
- Velázquez, A. (2017). *Conceptos básicos de estadística*. Recuperado el 2022, de Comunidad del CentroGeo: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/157/1/13-Conceptos%20B%C3%A1sicos%20de%20Estad%C3%ADstica%20-%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>
- Vidal, H. (2015). *Propuesta de manejo sostenible del suelo con base en la capacidad e intensidad de uso de la tierra; San Juan Ermita, Chiquimula*. Obtenido de Universidad Rafael Landívar: <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2015/06/02/Vidal-Hector.pdf>
- Viteri, J. y Zambrano, G. (2016). *Conflictos del uso de suelo, a través del sistema USDA-LCC mediante SIG como aporte a la sostenibilidad ambiental, microcuenca cañas*. Obtenido de Tesis de pregrado: <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/517>
- Yauri, S. (2023). *Repositorio Digital - Universidad Nacional de Loja*. Recuperado el 2024, de Análisis de los Conflictos de Uso del Suelo del; Cantón Loja Provincia de Loja: <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26147/1/Steven%20Humberto%20Yauri%20Cabrera.pdf>
- Zelada, A. y Maquire, P. (2005). *Capacidad de uso del suelo*. Recuperado el 2022, de Municipalidad de Coronel : <https://www.e coronel.cl/wp-content/uploads/2014/03/Capacidad-uso-de-suelo-coronel.pdf>
- Zulaica, L., Vazquez, P. y Daga, D. (2018). *Estimación de la erosión actual y potencial de suelos destinados a actividades hortícolas en el periurbano de Mar del Plata*. Obtenido de Geografías del presente para construir el mañana: miradas geográficas que contribuyen a leer el presente: <https://digital.cic.gba.gob.ar/handle/11746/10091>

ANEXOS

Anexo 1: Reconocimiento del área de estudio

Anexo 1-A: Establecimiento de los puntos de control



Anexo 1-B: Vuelo del dron



Anexo 2: Levantamiento de información in situ

Anexo 2-A: Modelo de ficha de observación

	ESPAMMFL ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ	FICHA DE OBSERVACIÓN
---	--	-----------------------------

TEMA: CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APOORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA

N°	Aspectos de la relación con el suelo	si	no	Área o extensión	Observación
1	Existen producciones agrícolas y/o pecuarias.				
2	Existen cultivos agrícolas anuales, semipermanentes, o permanentes.				
3	Existen coberturas de pasto cultivado, vegetación arbustiva (pastoreo) o vegetación herbácea (pastoreo).				
4	Las actividades agrícolas afectan los servicios ecosistémicos asociados al suelo.				
5	Existe pasto cultivado con presencia de árboles.				
6	Existe la presencia de bosques nativos, barreras vivas y una cobertura vegetal abundante y continua.				
7	Existe la presencia de plantaciones forestales para producción.				
8	Existe la presencia de plantaciones forestales para conservación y/o producción.				
9	Existen la presencia de cuerpos de agua en el área.				
10	Dentro del área en estudio existen construcciones o estructuras artificiales.				
11	Los suelos presentan una buena estructura y favorecen una cobertura vegetal abundante, que contribuye a la prevención de la erosión.				
12	Los usos del suelo han quedado evidenciados en el mismo.				

Anexo 2-B: Ficha de observación llena

 ESPAMMFL FICHA DE OBSERVACIÓN <small>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABI MANUEL FELIX LOPEZ</small>					
TEMA: CONFLICTOS DE USOS DE LA TIERRA COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA					
N°	Aspectos de la relación con el suelo	si	no	Área o extensión	Observación
1	Existen producciones agrícolas y/o pecuarias.	X	-	15 Ha	Uso Pecuario
2	Existen cultivos agrícolas anuales, semipermanentes, o permanentes.	-	X	-	-
3	Existen coberturas de pasto cultivado, vegetación arbustiva (pastoreo) o vegetación herbácea (pastoreo).	X	-	15 Ha	Pastoreo
4	Las actividades agrícolas afectan los servicios ecosistémicos asociados al suelo.	-	X	-	-
5	Existe pasto cultivado con presencia de árboles.	-	X	-	-
6	Existe la presencia de bosques nativos, barreras vivas y una cobertura vegetal abundante y continua.	X	-	40 Ha	Bosque Nativo
7	Existe la presencia de plantaciones forestales para producción.	-	X	-	-
8	Existe la presencia de plantaciones forestales para conservación y/o producción.	X	-	40 Ha	Ninguno
9	Existen la presencia de cuerpos de agua en el área.	-	X	-	-
10	Dentro del área en estudio existen construcciones o estructuras artificiales.	X	-	-	Una casa
11	Los suelos presentan una buena estructura y favorecen una cobertura vegetal abundante, que contribuye a la prevención de la erosión.	X	-	50 Ha	La mayoría del Terreno
12	Los usos del suelo han quedado evidenciados en el mismo.	X	-	-	-

ANEXO 3: Recolección de muestras de suelo

Anexo 3 -A: Coordenadas de las submuestras recolectadas (UTM WGS 84)

COORDENADAS LOTE 1					
Potrero			Potrero		
Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
Potrero 1 (P1)	590286.22	9907375.04	Potrero 2 (P2)	590316.58	9907213.21
	590282.67	9907275.13		590252.76	9907162.34
	590243.17	9907340.29		590330.58	9907164.04
	590246.22	9907250.74		590254.56	9907110.26
	590212.14	9907302.66		590345.38	9907117.53
	590223.13	9907222.51		590288.00	9907082.00
	590182.04	9907287.78		590359.49	9907083.32
	590194.98	9907201.14		590271.77	9907044.33
	590146.03	9907281.83		590358.15	9907044.73
	590156.28	9907214.07		590271.51	9907006.06
	590120.18	9907263.05		590373.14	9907010.41
	590124.11	9907205.68		590281.23	9906969.11
	590093.19	9907247.83		590369.87	9906978.53
	590102.62	9907188.13		590297.62	9906939.77
	590082.15	9907231.34		590367.24	9906948.39
Potrero			Bosque		
Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
Potrero 3 (P3)	590082.26	9907119.99	Bosque 1 (B1)	589932.06	9906627.34
	590196.88	9907110.55		590023.33	9906681.17
	590100.35	9907066.26		589916.30	9906685.37
	590201.19	9907055.13		590019.26	9906735.15
	590120.67	9907026.53		589939.39	9906744.47
	590200.71	9907008.20		590008.33	9906787.21
	590089.16	9906976.94		589904.98	9906820.11
	590188.86	9906960.81		590017.42	9906892.41
	590088.43	9906921.50		589903.49	9906926.75
	590202.58	9906918.18		590015.97	9906961.15
	590073.59	9906872.82		589923.81	9906982.88
	590232.73	9906870.20		589989.43	9907018.43
	590073.29	9906794.74		589933.06	9907037.19
	590173.37	9906797.35		589977.74	9907078.00
	590082.32	9906724.67		589949.70	9907097.75
Bosque			Bosque		
Parcela	X	Y	Parcela	X	Y
Bosque 2 (B2)	589745.18	9906554.09	Bosque 3 (B3)	589948.40	9907176.74
	589858.07	9906616.03		589927.88	9907134.12
	589747.92	9906615.41		589879.48	9907146.64
	589849.41	9906664.38		589882.49	9907073.34
	589744.02	9906669.96		589824.90	9907129.63
	589828.31	9906703.84		589860.35	9907008.47
	589751.86	9906718.29		589791.36	9907085.95
	589849.39	9906774.46		589827.45	9906971.02
	589721.93	9906782.00		589752.36	9907068.44
	589830.27	9906820.22		589754.80	9906950.77
	589708.55	9906826.00		589684.40	9907068.80
	589831.88	9906855.79		589696.84	9906979.72
	589669.83	9906864.02		589647.03	9907043.83
	589753.06	9906898.06		589642.15	9906976.40
	589671.79	9906915.69		589610.34	9907010.29

Bosque			Bosque		
Parcela	X	Y	Bosque	X	Y
Bosque 4 (B4)	590034.88	9907453.60	Bosque bajo (BJ1)	589832.78	9907244.24
	589953.63	9907446.97		589796.05	9907178.90
	589968.73	9907395.13		589740.45	9907238.55
	589930.31	9907347.22		589722.18	9907162.49
	589875.29	9907304.95		589669.23	9907220.39
	589803.09	9907326.16		589647.43	9907150.81
	589766.75	9907288.65		589589.59	9907174.59
	589713.95	9907313.93		589603.20	9907105.68
	589679.16	9907275.95		589540.18	9907097.97
	589612.58	9907266.73		589538.93	9907035.68
	589575.03	9907226.94		589564.65	9906994.54
	589505.19	9907260.99		589572.04	9906930.65
	589516.88	9907175.15		589623.12	9906876.52
	589442.55	9907227.95		589625.82	9906812.18
	589485.03	9907139.86		589670.27	9906755.90
Bosque					
Parcela	X	Y			
Bosque bajo (BJ2)	590209.77	9907396.47			
	590112.66	9907435.92			
	590166.50	9907359.94			
	590055.21	9907391.91			
	590091.25	9907309.13			
	590008.68	9907353.01			
	590035.64	9907267.86			
	589961.23	9907299.06			
	589957.38	9907224.08			
	589891.97	9907242.67			
	590035.03	9907192.52			
	590010.00	9907138.86			
	590041.17	9907095.43			
	590025.44	9907057.19			
	590039.78	9907014.35			

Anexo 3-B: Establecimiento de puntos de muestreo y toma de muestras

Anexo 3-C: Ficha de rotulación para muestras



TEMA: CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO COMO APORTE A LA SOSTENIBILIDAD AGROPRODUCTIVA DEL LOTE 1 DE CIIDEA	
CÓDIGO DE LA MUESTRA	
USO DE SUELO	
FECHA DE MUESTREO	
UBICACIÓN DE LA MUESTRA	

Anexo 3- D: Rotulación de muestras



Anexo 4: Análisis de suelo in situ y en laboratorio

Anexo 4-A: Análisis físicos



Anexo 4-B: Preparación de muestras



Anexo 4-C: Análisis químicos



Anexo 4-D: Valores del coeficiente de permeabilidad en relación con el drenaje.

	100	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹
Drenaje	Bueno				Pobre				Prácticamente impermeable			
Tipo de suelo	Grava limpia		Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, arenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada			Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición			
			Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición.									

Anexo 5: Guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

Anexo 5-A: Portada de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA



Anexo 5-B: Créditos de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

Créditos

Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL

Dr.C. Miryam Félix López Rectora de la ESPAM MFL
Blgo. Jhonny Navarrete Director de la carrera de Ingeniería Ambiental

Ejecutó
Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ESPAM MFL
Carrera de Ingeniería Ambiental

Autores
Jerson José Espinoza Pilay
Ronald Polivio Loor Loor

Tutor
Ing. Francisco Javier Velásquez Intriago, D. Sc.

Aportes técnicos
Téc. Alfredo Pinargote

Elaborado en:
Manabí - Ecuador

Forma de citar el documento:
Espinoza, J. y Loor, R. (2024). Guía de Alternativas de usos del suelo para terrenos del Lote 1 de CIIDEA, ESPAM MFL. Manabí - Ecuador.

Anexo 5-C: Contenido de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN	3
GLOSARIO	4
INTRODUCCIÓN	6
CAPÍTULO I. CONCEPTOS Y ANTECEDENTES CLAVES	7
COBERTURA Y USO DE SUELO	8
CAPACIDAD DE USO DEL SUELO	9
CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO	9
CAPÍTULO II. ALTERNATIVAS DE USOS DEL SUELO	10
USOS DEL SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD	11
IMPORTANCIA DE UTILIZAR EL SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD ...	11
CULTIVOS ASOCIADOS	12
SIEMBRA EN CONTORNO	12
BARRERAS VIVAS	13
SISTEMA SILVOPASTORILES	13
SISTEMAS AGROFORESTALES	14
CULTIVO DE COBERTURAS	14
ENMIENDAS ORGÁNICAS	15
ENMIENDAS MINERALES	15
LABRANZA MÍNIMA	16
CONCLUSIONES	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

Anexo 5-D: Presentación de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

PRESENTACIÓN

La presente "Guía de alternativas de usos del suelo para terrenos del Lote 1 de CIIDEA, ESPAM MFL" fue realizada en respuesta a los crecientes problemas de degradación del suelo con el fin de proporcionar buenas prácticas para la conservación, uso sostenible y protección de los suelos.

La guía fue construida a partir del trabajo de integración curricular con el propósito de proporcionar una descripción detallada de las prácticas de gestión del suelo, uso y contribución de las funciones para los diferentes usos que se les da, tanto agrícolas, ganaderas, agroforestales y de conservación.

La guía está dirigida a los técnicos encargados, autoridades de la institución y público en general donde el enfoque principal es el incentivar y orientar a realizar buenas prácticas del manejo adecuado del suelo.

Esta guía es una importante herramienta para la conservación de la calidad del recurso, donde los suelos son un componente clave para garantizar la sostenibilidad ambiental, social y económica. Además, destaca la importancia de los suelos para la provisión de servicios ecosistémicos, y especialmente para garantizar la seguridad alimentaria y la construcción de una agricultura cada vez más sostenible.

El objetivo de la presente guía es establecer alternativas de usos del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva para terrenos del lote 1 de CIIDEA, ESPAM MFL.

Anexo 5-E: Glosario de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

GLOSARIO

Actividad antropogénica: Todo aquello que proviene o resulta de las actividades de los seres humanos o que es producido por ellas.

Biodiversidad: Hace referencia a la amplia variedad de seres vivos sobre la tierra y los patrones naturales que conforman, resultado de miles de millones de años de evolución según procesos naturales y también de la influencia creciente de las actividades del ser humano.

Erosión: Proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan.

Monocultivo: El monocultivo es una forma de agricultura que se basa en la siembra de un solo tipo de cultivo en un campo.

Pendiente: La pendiente nos indica cuánto un terreno se inclina respecto a su horizontal, este valor se puede expresar en porcentaje o en grados.

Forraje: Se denomina así a las hierbas, pastos verdes o secos y diversas plantas u órganos vegetales que se emplean para alimentar los animales domésticos, especialmente, el ganado.

Sustentabilidad: Habilidad de lograr una prosperidad económica sostenida en el tiempo protegiendo al mismo tiempo los sistemas naturales del planeta y proveyendo una alta calidad de vida para las personas.

Servicios ecosistémicos: Son los beneficios materiales que las personas obtienen de los ecosistemas como agua, alimentos, medicinas y materias primas.

Superficie: En su uso más usual, se refiere a una porción de terreno o al límite de algo.

Anexo 5-F: Introducción de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso limitado, no renovable y de gran importancia ambiental, ya que otorga una serie de bienes y servicios ecosistémicos, siendo el medio natural a través del cual se genera la producción de alimentos y de materias primas, de los cuales depende la sociedad (Colque, 2021).

No obstante, a nivel mundial existe una pérdida de cobertura vegetal generando conflictos de uso del suelo en todo el mundo el cual trae consigo una variedad de problemas, donde el ser humano es el factor principal de esta causa, debido a las actividades antrópicas que cada vez es más notorio, y ocurren a un ritmo acelerado (Molina y Villalva, 2022).

Un denominador común entre los elementos estratégicos para alcanzar la sustentabilidad de los agroecosistemas es el mejoramiento y conservación de la fertilidad y productividad del suelo. Para este fin, se requiere información sobre el uso que se le está dando al suelo y a su vez la capacidad que tiene el mismo de producir sin alterar las características físico químicas que posee (Andrade, 2022).

La presente guía detalla la importancia de implementar nuevas alternativas apropiadas que se enfoquen en la capacidad que posee el suelo y sus requerimientos conservando a su vez las características físicas y químicas que posee el mismo (Loyola, 2022).

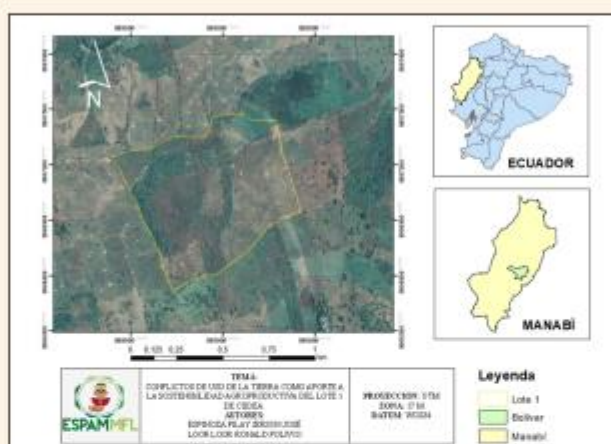
Anexo 5-G: Capítulo 1 de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA



CAPÍTULO I CONCEPTOS Y ANTECEDENTES CLAVES

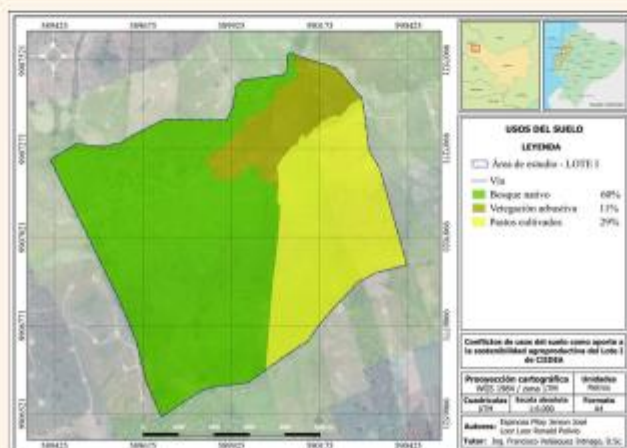
Anexo 5-H: Conceptos y antecedentes de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

Guía presentada como resultado del trabajo de integración curricular titulada "Conflictos de usos del suelo como aporte a la sostenibilidad agroproductiva del Lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL". El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el lote 1 del área CIIDEA, perteneciente a la ESPAM MFL, localizado en el cantón Bolívar de la provincia de Manabí, situado geográficamente alrededor de la coordenada 0° 50' 18.11" de latitud sur y 80° 11' 22,63" de longitud oeste, a una altitud promedio de 20 m.s.n.m. en las zonas bajas y 59 m.s.n.m. en las zonas altas.



COBERTURA Y USOS DEL SUELO

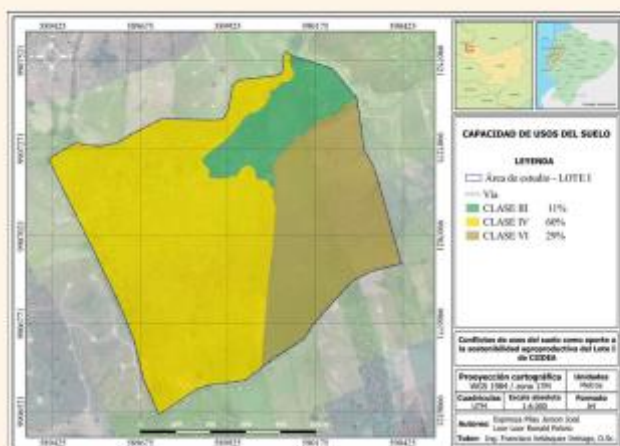
El término cobertura del suelo hace referencia a la descripción física de la capa superficial del mismo, lo que incluye vegetación, áreas sin vegetación y zonas humanas, por otra parte, el término uso del suelo, se refiere a la caracterización por actividades antropogénicas que modifican, manejan, conservan y usan los tipos o estados de coberturas del suelo.



Anexo 5-I: Conceptos y antecedentes de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

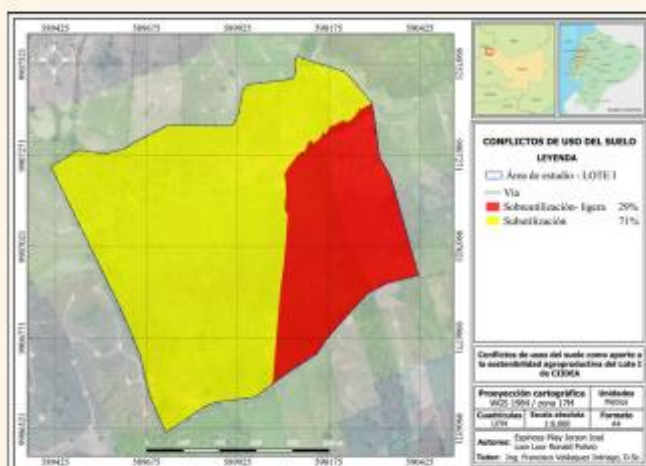
CAPACIDAD DE USOS DEL SUELO

La capacidad de uso de suelo es una clasificación técnica interpretativa, que se basa y fundamenta en los efectos combinados del clima y las características permanentes que presenta el suelo.



CONFLICTOS DE USOS DEL SUELO

Se definen como situaciones en donde las diferentes clases de suelo que forman parte de un territorio no se utilizan de acuerdo a su uso o vocación, definiéndose el término como un indicativo del potencial del territorio para desarrollar diferentes tipos de uso, sin cambiar las propiedades físicas, químicas y orgánicas, evitando afectar la capacidad de las diferentes clases de suelo.



Anexo 5-J: Capítulo II de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA



Anexo 5-K: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

Existen muchas técnicas o prácticas de conservación de suelos que son sencillas, de relativo bajo costo, de fácil aplicación y de aceptación por los agricultores.

1

USO DEL SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD

Utilizar la capacidad de uso del suelo es de vital importancia, donde el enfoque principal es el aprovechamiento de las condiciones del suelo permitiendo establecer las bases de un uso adecuado del recurso. Además, permite indicar el grado de intensidad de cultivo que se pueda aplicar sin que el suelo pierda su calidad y sus propiedades físicas y químicas.



Ilustración 1. Tipos de suelos según su capacidad.

IMPORTANCIA DE UTILIZAR EL SUELO SEGÚN SU CAPACIDAD



CULTIVOS DE CALIDAD Y PREVIENE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO.



MANTIENE LA CALIDAD DEL RECURSO Y SUS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS.



MAYOR APROVECHAMIENTO Y RENDIMIENTO DE LOS CULTIVOS.



CONTRIBUYE A LA PERSERVACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS NATURALES.

Anexo 5-L: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

2

CULTIVOS ASOCIADOS

Es un sistema en el cual dos o más especies vegetales se plantan con suficiente proximidad espacial para dar como resultado una competencia o una complementación.



Ilustración 2. Cultivo asociado dentro del CIIDEA (maíz y frijol).



BENEFICIOS

- Reduce la presencia de insectos nocivos.
- Manejo y uso del suelo eficiente.
- Mejora la calidad del cultivo e incrementa su rendimiento.



Ilustración 3. Cultivo asociado (maíz y maní).

3

SIEMBRA EN CONTORNO

Esta consiste en sembrar el cultivo en hileras que van en contra de la pendiente, siguiendo las curvas de nivel para que sirvan de barrera u obstáculo para el agua de lluvia.



Ilustración 4. Siembra en contorno.



BENEFICIOS

- Sirven como barreras para el agua de la lluvia.
- Limita la fuerza y velocidad de las lluvias protegiendo a los cultivos.



Ilustración 5. Siembra en contorno (cultivo de café).



Anexo 5-M: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

4 BARRERAS VIVAS

Las barreras vivas son cultivos que se siembran en curvas a nivel, principalmente en las laderas, con el propósito de controlar la erosión.



Ilustración 6. Barreras vivas dentro del CIIDEA, lote 1.

✿ BENEFICIOS

- Impide que los flujos de agua de escorrentía adquieran velocidades erosivas.
- Permite a las partículas finas de suelo sedimentarse, a la vez favorecen la infiltración del agua a través del perfil.



Ilustración 7. Barreras vivas en cultivo de maíz.

5 SISTEMAS SILVOPASTORILES

Los sistemas silvopastoriles se fundamentan en la combinación de especies forrajeras, arbustos y árboles para la nutrición animal y usos complementarios.



Ilustración 8. Sistema silvopastoril.

✿ BENEFICIOS

- Calidad de forraje e incrementa la producción, manteniendo la calidad del recurso.
- Aprovechamiento del suelo y mejora la fertilidad del suelo.



Ilustración 9. Sistema silvopastoril (Especies arbóreas y pasto cultivado).

Anexo 5-N: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

6 SISTEMAS AGROFORESTALES

Consiste en cultivar varias especies intercaladas entre sí como alternativa al monocultivo. implica la combinación de especies forestales, en tiempo y espacio, con especies agronómicas.



Ilustración 10. Sistema agroforestal (cultivo anual con frutales).

BENEFICIOS

- Uso óptimo del suelo.
- Protección del cultivo comercial.
- Prevención de la erosión y la costra del suelo.



Ilustración 11. Plantación de café en sistema agroforestal.

7 CULTIVO DE COBERTURA

Los cultivos de cobertura o cover crops en inglés, son cultivos que se siembran con el objetivo de incrementar la fertilidad del suelo y la capacidad de retención de agua, aumentar la biodiversidad y disminuir el cultivo principal de posibles plagas.



Ilustración 12. Plantación de café con leguminosas.

BENEFICIOS

- Incrementa la fertilidad del suelo.
- Mayor capacidad de retención de agua de lluvia.
- Disminuye la erosión del suelo.
- Oxigena el suelo.



Ilustración 13. Cultivos de cobertura (leguminosas).

Anexo 5-O: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

8

ENMIENDAS
ORGÁNICAS

Las enmiendas orgánicas son utilizadas para mejorar las condiciones físicas, químicas y microbiológicas del suelo, permitiendo aumentar los macro y micronutrientes necesarios para que las plantas mejoren su producción.



Ilustración 14. Enmienda orgánica a base de restos vegetales y animales.



BENEFICIOS

- Mejora la disponibilidad del agua para las plantas.
- Reduce las emisiones de gases efecto invernadero.
- Recupera suelos degradados.
- Disminuye la erosión.



Ilustración 15. Enmienda orgánica a base de la descomposición generada por lombrices.

9

ENMIENDAS
MINERALES

Las enmiendas minerales están elaboradas a partir de yesos, cales, silicatos y otros elementos similares. Estas ajustan los niveles de pH y se incrementa la capacidad de intercambio catiónico en el suelo. La capacidad del suelo para dirigir los nutrientes y las corrientes de aire hacia las raíces se ve notablemente mejorada.



15

Ilustración 16. Enmienda mineral a base de carbonato de calcio (CaCO_3).



BENEFICIOS

- La enmienda mineral, en definitiva, mejora las condiciones generales del suelo y contribuye positivamente a todos los agentes que se benefician de su correcto desarrollo.



Ilustración 17. Aplicación de enmienda mineral.

Anexo 5-P: Alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

10 LABRANZA MÍNIMA

También conocida como mínimo movimiento del suelo, esta práctica consiste en intervenir lo menos posible el terreno al momento de cultivarlo para no interferir en los procesos naturales que allí se desarrollan.



Ilustración 18. Cultivo sin labranza convencional.

✿ BENEFICIOS

- Protege la humedad del suelo debido al aumento de la filtración y a la baja de evaporación.
- Regula su temperatura y contribuye al control de los extremos de calor y radiación, mejorando el microclima del suelo.
- Protege la estructura del suelo.
- No interrumpe los drenajes naturales.
- Controla la erosión del suelo.
- Aumenta su fertilidad, disminuyendo la tasa de descomposición de la materia orgánica y por tanto la pérdida de carbono.
- Estimula la actividad biológica del suelo.
- Permite el ahorro en un 20% en mano de obra.
- Ahorro en combustible y costos de maquinaria pesada.



Ilustración 19. Labranza convencional.



Ilustración 20. Diferencia entre labranza mínima y convencional.

Anexo 5-Q: Conclusiones de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

CONCLUSIONES

- El suelo es la condición primaria y el entorno de los cultivos que sirven de alimento para los seres humanos, los animales domésticos y la fauna salvaje. Dado que la mayoría de las plantas no pueden existir sin ella, es importante proteger y utilizar este recurso adecuadamente.
- El diagnóstico de los conflictos de usos del suelo existente en el Lote 1 de CIIDEA de la ESPAM MFL, sirvió como base para la elaboración de esta guía, en la cual se han propuesto alternativas de usos del suelo desde un enfoque de conservación, protección y sostenibilidad ambiental.
- Las alternativas de usos de suelo propuestas en la presente guía sirven como base para alcanzar la sostenibilidad productiva sin comprometer la calidad de los suelos, de igual forma estas alternativas ayudan a contrarrestar la pérdida de la capacidad productiva de los suelos ocasionados por la erosión, la desertificación y falta de nutrientes.
- El manejo sostenible del suelo enfocado a la conservación, es ideal para proteger y mantener las características físicas, químicas y biológicas del suelo, mediante técnicas amigables con el ambiente que garanticen la fertilidad y estabilidad productiva de los cultivos.

Anexo 5-R: Referencias bibliográficas de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA


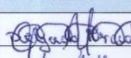
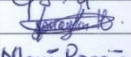
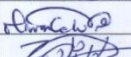

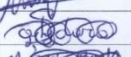
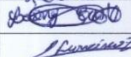
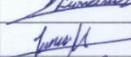
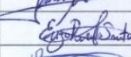
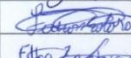

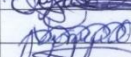
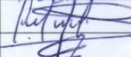
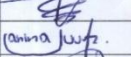
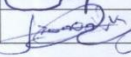
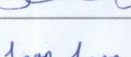
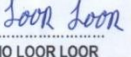
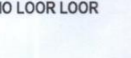

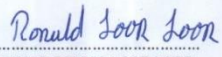

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotierra. (2021). Enmienda Mineral ¿Qué es? Obtenido de <https://blog.agrotierra.com/descubrir/enmienda-mineral-que-es/80577/#:~:text=Una%20enmienda%20mineral%20es%20un,lo%20que%20se%20desea%20plantar.>
- Andrade, E. (2022). Cultivos asociados en la Agricultura Sustentable en el Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11376/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000391.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Calvo, A. (2021). ¿Qué son los cultivos de cobertura? Obtenido de <https://www.agroptima.com/es/blog/que-son-los-cultivos-de-cobertura/>
- Chacon, D. (2022). Análisis de la intervención en obras de conservación de suelo y agua y su relación con la calidad del suelo en dos fincas productoras de café en la cuenca alta del río Jesús María. Obtenido de <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2022/07/TFG-DiegoChaconGomez.pdf>
- Cherlinka, V. (2022). Labranza De Conservación Para Proteger El Suelo. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/labranza-de-conservacion/>
- Colque, R. (2021). Rotación de cultivos en la producción de tabaco: Efecto sobre algunas propiedades edáficas. 39(1), 127-143. Obtenido de <https://ojs.suelos.org.ar/index.php/cds/article/view/657>
- Fuster, S. (2023). La enmienda mineral: beneficios y aplicación. Obtenido de <https://www.repuestosfuster.com/blog/la-enmienda-mineral-beneficios-y-aplicacion/>
- Guerra, C. (2018). Determinación de la capacidad de uso del suelo y propuesta de plan de manejo de la microcuenca Carcaj, Chiquimula Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2018/06/09/Guerra-Karla.pdf>
- Gutiérrez, C. y Mendieta, B. (2022). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. La Calera, 22(38). doi:<https://doi.org/10.5377/calera.v22i38.14193>
- Kogut, P. (2021). Monocultivo En La Agricultura: Pros Y Contras. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/monocultivo/>
- Lifeder. (2023). Actividades antropogénicas. Obtenido de <https://www.lifeder.com/actividades-antropogenicas/>
- Lukja, A. (2021). ¿Qué es la biodiversidad y por qué es importante? Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/que-es-biodiversidad/>
- Molina, M. y Villalva, V. (2022). Determinación de los conflictos de uso del suelo a partir de su aptitud física en el cantón Cotacachi (Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte). Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12629>


Anexo 5-S: Referencias bibliográficas de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA

- Murillo, A, Mendoza, A. y Fadul, J. (2019). La importancia de las enmiendas orgánicas en la conservación del suelo y la producción agrícola. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 7(1), 58-68. doi:<https://doi.org/10.23850/24220582.2503>
- Sergieieva, K. (2022). Cultivos Intercalados Y Su Uso En Agricultura. Obtenido de <https://eos.com/es/blog/cultivos-intercalados/#:~:text=El%20sistema%20de%20cultivos%20intercalados,y%20las%20combinaciones%20de%20ellas>.
- Ramirez, S. (2018). Uso de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) como barrera viva para control de la erosión hídrica; Chicacao, Suchitepéquez. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrzd/2018/06/17/Ramirez-Salvador.pdf>
- Tamayo, C. y Alegre, J. (2022). Asociación de cultivos, alternativa para el desarrollo de una agricultura sustentable. *Siembra*, 9(1). doi:<https://doi.org/10.29166/siembra.v9i1.328>
- Tarakanov, V. (2022). ¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares? Obtenido de <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>

Anexo 6-B: Registro de asistencia de la socialización de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA.

 ESPAMMFL		REGISTRO DE ASISTENCIA			
<small>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA ACADEMIANA DE MANABÍ MANUEL ELIXA LÓPEZ</small>					
MODALIDAD: PRESENCIAL					
DURACIÓN:	45 min	HORA DE INICIO:	8:00 AM	HORA DE FINALIZACIÓN:	8:45 AM
FECHA: 15-02-2024					
TEMAS TRATADOS:					
Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	CÉDULA	TELÉFONO	OCUPACIÓN	FIRMA
1	Delgado Hércules	1314062710	0969163133	Estudiante	
2	Jonglyer Hera	1316853769	0969388416	Estudiante	
3	Vintimilla María	1726150202	0989130007	Estudiante	María Preciado
4	Miriam Celario	131060465	0961201226	Estudiante	
5	Zulema Hernández	0424851173	0960638707	Estudiante	
6	Andy Vidal	1315225662	0939824248	Estudiante	
7	Gabriela Solórzano	1314949353	0985189050	Estudiante	
8	Lerney Castillo	1316494028	0998999740	Estudiante	
9	Francisco Zambrano	1450327495	0991518502	Estudiante	
10	Jordy Joel Moreira Basilio	1317321642	0968386753	Estudiante	
11	Enzo Javier Pareda Santana	0954473377	0998130115	Estudiante	
12	Solizano Alvaro Farián	1316460326	0994574015	Estudiante	
13	Elba Zambrano Navarrete	1351816881	0988446888	Estudiante	Elba Zambrano
14	Mayerli Trujillo Aguas	1315975649	0963688015	Estudiante	
15	Viviana Viteri Sambo	1314765148	0968925071	Estudiante	
16	Franisco Fernandez C.	1313044982	0991455572	Estudiante	
17	Castillo Jaime Shoa Jairo	2300550446	0987031940	Estudiante	
18	Clara Chavez Jimeno Belen	1315686640	0994609138	Estudiante	
19	Montes Pego Juan Ball	131557122-2	0986811924	Estudiante	
 JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY		 RONALD POLIVIO LOOR LOOR			
		 JOSÉ LIZARDO REYNA BOWEN TÉCNICO RESPONSABLE			

Anexo 6-B: Registro de asistencia de la socialización de la guía de alternativas de usos del suelo del Lote 1 de CIIDEA.



ESPAMMFL REGISTRO DE ASISTENCIA
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGRICOLPECUARIA DE MANABÍ- MANUEL FÉLIX LÓPEZ

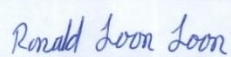
MODALIDAD: PRESENCIAL


DURACIÓN: 1 hora HORA DE INICIO: 10:00 AM HORA DE FINALIZACIÓN: 11:00 AM FECHA: 15-02-2024

TEMAS TRATADOS:

Nº	NOMBRES Y APELLIDOS	CÉDULA	TELÉFONO	OCUPACIÓN	FIRMA
1	Tuyeros Jessica	1105794703	0991386592	Estudiante	<i>Jessica Tuyeros</i>
2	Alfredo Pimoroto	1306485465	0967764880	Tecnico	<i>Alfredo Pimoroto</i>
3	Melina Del Valle Basulto	1315813544	0986458356	Estudiante	<i>Melina Basulto</i>
	Zambrao Zambrao Juny	1312491622	0968095044	Auxiliar de campo	<i>Zambrao Zambrao</i>
	Walter Macías Wasti	1313403451		Auxiliar de campo	<i>Walter Macías</i>
	Utreras Rodriguez Liana	1312762584		Auxiliar	<i>Liana Utreras</i>
	Dora Winy Valdez	0927492926	0991396536	Auxiliar	<i>Dora Winy Valdez</i>
	Walter Leon Yocino	1302925761	0959596126	Auxiliar	<i>Walter Leon Yocino</i>
	José Velasco	1314882067		Auxiliar de campo	<i>José Velasco</i>
	Vera Sobando Ehsan	1314761170	0981172139	Auxiliar	<i>Ehsan Vera Sobando</i>
	Vera Zambrao Leonel	1305864413	0969802732	Auxiliar	<i>Leonel Vera Zambrao</i>
	Silvia Montero C.	1305358051	0939431674	Docente	<i>Silvia Montero</i>
	ANGEL GUZMAN ESPINOZA	1202260038	0969521690	DOCENTE	<i>Angel Guzman</i>
	Fernanda Zambrao	1310050415	0978940006	Asistente ciudad	<i>Fernanda Zambrao</i>


 JERSON JOSÉ ESPINOZA PILAY


 RONALD POLIVIO LOOR LOOR


 JOSÉ LIZARDO REYNA BOWEN
 TÉCNICO RESPONSABLE

Anexo 6-C: Socialización de la guía de alternativas.

