



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA CONSERVACIÓN DEL PÁRAMO EN
LAS PARROQUIAS DE ANGOCHAGUA Y MARIANO
ACOSTA MEDIANTE ANÁLISIS DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO

TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORA:

Cinthia Vanesa Puga Rodríguez

DIRECTOR

Ing. Oscar Armando Rosales Enríquez M.Sc

Ibarra, 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD ACREDITADA RESOLUCIÓN Nro. 001-073-CEAACES-2013-13

Ibarra-Ecuador

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 11 febrero del 2022

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: **“DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA CONSERVACIÓN DEL PÁRAMO EN LAS PARROQUIAS DE ANGOCHAGUA Y MARIANO ACOSTA MEDIANTE ANÁLISIS DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO”**, de autoría de la señorita Cinthia Vanesa Puga Rodríguez estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que el/la autor/a o autores ha procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

MSc. Oscar Rosales
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

MSc. Mónica León
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

MSc. Elizabeth Velarde
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN

Misión Institucional:

Contribuir al desarrollo educativo, científico, tecnológico, socioeconómico y cultural de la región norte del país. Formar profesionales críticos, humanistas y éticos comprometidos con el cambio social.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	172484260-2		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Puga Rodríguez Cinthia Vanesa		
DIRECCIÓN:	Pedro Moncayo, Pichincha		
EMAIL:	cvpugar@utn.edu.ec ; carlv-love@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	112-339	TELÉFONO MÓVIL:	0985489851

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA CONSERVACIÓN DEL PÁRAMO EN LAS PARROQUIAS DE ANGOCHAGUA Y MARIANO ACOSTA MEDIANTE ANÁLISIS DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO
AUTORA:	Puga Rodríguez Cinthia Vanesa
FECHA:	11/02/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Oscar Rosales M.Sc.

2. CONSTANCIAS

La autora manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de febrero de 2022

LA AUTORA:


.....
Cinthia Vanesa Puga Rodríguez
C.I: 172484260-2

Agradecimiento

A Dios y a la Virgen María quienes con su bendición guían mi camino con sabiduría, siendo mi fortaleza en momentos de debilidad, brindándome una vida llena de aprendizajes, enseñanzas y sobre todo salud.

A mi familia porque con su amor y ejemplo, inspiraron en mí el valor de la perseverancia para superar todos los obstáculos y dificultades presentados a lo largo del camino dándome las fuerzas para continuar con mis metas trazadas.

A mi compañero de vida por su cariño y apoyo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas profesionales y personales. ¡Te amo AcRv!

A mi director de tesis, M.Sc. Oscar Rosales por los valiosos aportes brindados para el desarrollo del presente estudio. A mis asesores M.Sc. Mónica León, M.Sc. Elizabeth Velarde, por sus enseñanzas, consejos e ideas brindadas durante el proceso de la investigación. De igual manera, a la M.Sc. Gladys Yaguana y M.Sc. Paúl Arias por compartir sus conocimientos e invertir tiempo para la culminación de mi trabajo de titulación.

A mi querida amiga Kathy Sarchi por el gran apoyo y paciencia que me supo dar en los momentos más difíciles, a quien expreso mi infinita gratitud. A mis amigos Kathy, Carlos, Jheiko y David, quienes desde el primer día entramos a las aulas con la ilusión de adquirir responsabilidades y compromisos enfocados a la carrera de Recursos Naturales Renovables. Y ahora me llevo gratos momentos y experiencias que vivimos juntos durante todo este proceso. Gracias por la amistad que forjamos. ¡Lo logramos amiguitos!

A la Universidad Técnica del Norte por abrirme las puertas a la educación superior y a todos los docentes con quienes compartí experiencias y recibí todos los conocimientos para una formación profesional. ¡Dejando en mí, una huella de duda! A las Juntas Parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta que con su acogida en forma decidida colaboraron con información requerida para mi trabajo de titulación.

Dedicatoria

A Dios y a la Virgen María por guiarme en el camino correcto y nunca haberme dejado sola, por darme una excelente familia y la salud para continuar en mis estudios.

A mis queridos padres, Rubén Puga y Esthela Rodríguez que con su amor incondicional y valores inculcados hicieron de mí una mejor persona. A ellos, que con su esfuerzo arduo han logrado brindarme el mejor hogar y darme los mejores momentos de mi vida.

A mi hermano Jharol Puga, que me ha inspirado alcanzar esta meta, creyendo en mi capacidad de salir adelante con arduo esfuerzo y dedicación. A él, que con cariño de padre ha hecho de mí una persona soñadora y capaz de alcanzar nuevos triunfos.

A mi hermano Darío Puga, por compartir su vivencia y experiencia en el camino de la vida, dándome la fuerza suficiente para superarme y conseguir mis objetivos trazados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Revisión de antecedentes	1
1.2 Problema de investigación y justificación.....	4
1.3 Objetivos	5
1.4 Pregunta directriz de la investigación	6
CAPÍTULO II. REVISIÓN LITERARIA	7
2.1 Marco teórico referencial	7
2.1.1 Cobertura vegetal	7
2.1.2 Uso potencial del suelo	7
2.1.3 Conflicto de uso de suelo	10
2.1.4 Cambio de uso de suelo.....	11
2.2 Marco Legal	11
2.2.1 Constitución de la República del Ecuador	12
2.2.2 Código Orgánico del Ambiente	12
2.2.3 Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021	13
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	15
3.1 Descripción del área de estudio.....	15
3.1.1 Clima	16
3.1.2 El Páramo	17
3.1.3 Demografía.....	17
3.1.4 Actividades de producción.	17
3.2 Métodos.....	18
3.2.1 Fase I: Determinación del uso actual y potencial del suelo	19
3.2.2 Fase II: Análisis de los conflictos de uso de suelo.....	36
3.2.3 Fase III. Diseño de estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados.....	38
3.3 Materiales y equipos	40
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1 Determinación de la cobertura vegetal y el uso potencial del suelo	42

4.1.1 Validación de la clasificación supervisada	42
4.1.2. Descripción de unidades de cobertura vegetal	43
4.1.3 Descripción de unidades de capacidad de uso de suelo	49
4.1.4 Uso potencial del suelo	53
4.2 Análisis de los conflictos de uso de suelo	56
4.2.1 Área sin conflicto	57
4.2.2 Áreas con conflicto	57
4.3 Diseño de estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados	63
4.3.1 Análisis de las percepciones de los dirigentes de las comunidades sobre la cobertura vegetal y las actividades que se desarrollan en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.....	63
4.3.2 Metodología estratégica (FODA).....	63
4.3.3 Zonificación de la potencialidad del suelo.....	66
4.3.4 Estrategias de conservación	72
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	83
ANEXOS	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de las clases agrológicas	8
Tabla 2. Categorías para los conflictos de uso de suelo.....	10
Tabla 3. Matriz de confusión para calcular el índice Kappa.....	22
Tabla 4. Escala de valoración del índice Kappa.....	23
Tabla 5. Parámetros para definir las clases de capacidad de uso de la tierra (CUT) .	26
Tabla 6. Clases de capacidad de uso de tierra por pendiente	27
Tabla 7. Clases de capacidad de uso de la tierra por profundidad efectiva.....	27
Tabla 8. Agrupación de clases y subclases de texturas	28
Tabla 9. Clases de capacidad de uso de tierra por la pedregosidad	29
Tabla 10. Clases de capacidad de suelos de la tierra por salinidad.....	29
Tabla 11. Clases de capacidad de uso de la tierra por toxicidad.....	30
Tabla 12. Clases de capacidad de uso de la tierra por el drenaje	30
Tabla 13. Clases de capacidad de uso de tierra por periodos de inundación	31
Tabla 14. Características de los regímenes de humedad del suelo (RHS)	32
Tabla 15. Clases de capacidad de uso de la tierra por RHS	32
Tabla 16. Clases de capacidad de uso de tierra por RTS	33
Tabla 17. Parámetros para definir la capacidad de uso de la tierra (CUT)	34
Tabla 18. Clases agroecológicas y aptitud del suelo.....	35
Tabla 19. Matriz de decisión para determinar los conflictos de uso.....	37
Tabla 20. Materiales y equipos para utilizarse en el estudio.....	41
Tabla 21. Superficie y porcentaje de las coberturas vegetales.....	45
Tabla 22. Descripción de las clases agrológicas de capacidad de uso de suelo.....	50
Tabla 23. Descripción de las actividades sin conflicto en el área de estudio.....	57
Tabla 24. Descripción de las actividades con conflicto en el área de estudio.....	58
Tabla 25. Análisis FODA en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.....	70
Tabla 26. Cruce de la matriz FODA	71
Tabla 27. Actores internos, actores externos interesados y beneficiarios.....	72
Tabla 28. Formulación de estrategias en base a los problemas ambientales identificados	73

Tabla 29. Prácticas agroecológicas en zonas agrícolas	76
Tabla 30. Restauración en zonas de páramos degradadas.....	78
Tabla 31. Educación ambiental	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.....	15
Figura 2. Bioclimas de las parroquias Angochagua y Mariano Acosta.....	16
Figura 3. Esquema metodológico.....	18
Figura 4. Georreferenciación de las parroquias Angochagua y Mariano Acosta	20
Figura 5. Flujograma del proceso para la obtención de imagen, clasificación supervisada y validación	24
Figura 6. Verificación de clases identificadas de las parroquias	43
Figura 7. Cobertura vegetal de Angochagua y Mariano Acosta.....	44
Figura 8. Áreas de pasto (<i>B. decumbens</i>) cultivado en la parroquia de Angochagua	49
Figura 9. Cultivo de maíz (<i>Z. mays</i>) en la parroquia de Angochagua.....	47
Figura 10. Remanentes de árboles de pino (<i>P. radiata</i>) en áreas de páramo de la parroquia de Angochagua	49
Figura 11. Capacidad de uso del suelo de Angochagua y Mariano Acosta.....	52
Figura 12. Uso potencial de Angochagua y Mariano Acosta	54
Figura 13. Conflicto de uso de suelo de Angochagua y Mariano Acosta.....	56
Figura 14. Pasto cultivado y plantación de eucalipto (<i>E. melliodora</i>) en suelos con aptitud agrícola.....	59
Figura 15. Actividades agrícolas en áreas de conservación para los bosques nativos y páramos	60
Figura 16. Presencia de pinos (<i>P. radiata</i>) en áreas de páramo.....	61
Figura 17. Zonas ecológicas-ambientales de Angochagua y Mariano Acosta	65
Figura 18. Páramo de Mariano Acosta	66
Figura 19. Zona de conservación estricta.....	67
Figura 20. Zona de restauración.....	68
Figura 21. Zona sin presencia de páramo	69
Figura 22. Estrategias de conservación.....	74

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES

DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA CONSERVACIÓN DEL PÁRAMO EN LAS
PARROQUIAS DE ANGOCHAGUA Y MARIANO COSTA MEDIANTE
ANÁLISIS DE CONFLICTOS DE USO DEL SUELO

Cinthia Vanesa Puga Rodríguez

RESUMEN

La cobertura vegetal es alterada por el desarrollo de actividades antrópicas que generan un cambio de uso de suelo. En este contexto, el avance de la frontera agrícola, en zonas de gran importancia para la conservación de los páramos, alteran el equilibrio ecológico de los ecosistemas. Es por ello que, el presente estudio tiene como objetivo determinar los conflictos de uso de suelo antrópico en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta, con el fin de diseñar estrategias de conservación para el ecosistema páramo. Por lo tanto, se identificaron las coberturas vegetales y el uso potencial de suelo mediante imágenes satelitales Landsat. También se analizaron los conflictos de uso del suelo. Finalmente, se diseñaron estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados. La cobertura vegetal ocupa un 69.29% del área de estudio, lo que corresponde al bosque nativo, páramo, vegetación arbustiva y cuerpos de agua; mientras que el 30.71% concierne a las actividades antrópicas. Se determinaron cinco usos potenciales del suelo establecidas por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), esto con base en las clases agroecológicas del Sistema Americano (USDA). El 67.64% del suelo es destinado para la conservación de los recursos naturales, ya que presenta limitaciones críticas referentes a las condiciones geográficas de la clase VIII, lo que indica que es apta para la protección de cuencas hidrográficas y páramos. En cuanto al conflicto de uso de suelo, se evidenció la presencia de actividades agrícolas y plantaciones forestales, de manera que el recurso está sobreexplotado. Finalmente, se establecieron tres estrategias de conservación: i) Prácticas agroecológicas en zonas agrícolas, ii) Restauración del páramo degradado, y iii) Educación ambiental, las cuales vinculan a los principales actores del territorio y se proyectan como una solución a mediano plazo para el resguardo de los servicios ecosistémicos.

Palabras clave: actividades agrícolas; capacidad de uso del suelo; clases agroecológicas; estrategias de conservación; limitaciones de uso del suelo.

ABSTRACT

The vegetation cover is altered by the development of anthropic activities that generate land use change. In this context, the advance of the agricultural frontier, in areas of great importance for the conservation of the paramos, alter the ecological balance of the ecosystems. Therefore, the present study aims to determine the conflicts of anthropic land use in the parishes of Angochagua and Mariano Acosta, in order to design conservation strategies for the paramo ecosystem. Consequently, vegetation covers and potential land use were identified using Landsat satellite images. Land use conflicts were also analyzed. Finally, strategies for the conservation of the paramo were designed through the identified land use conflicts. Plant cover occupies 69.29% of the study area, which corresponds to native forest, paramo, shrubby vegetation and bodies of water; while 30.71% concerns human activities. Five potential land uses established by the Ecuadorian Space Institute (IEE) were determined, based on the agroecological classes of the American System (USDA). 67.64% of the land is destined for the conservation of natural resources, since it presents critical limitations regarding the geographical conditions of class VIII, which indicates that it is suitable for the protection of hydrographic basins and moors. Regarding the land use conflict, the presence of agricultural activities and forest plantations was evidenced, so that the resource is overexploited. Finally, three conservation strategies were established: i) Agroecological practices in agricultural areas, ii) Restoration in degraded paramo, and iii) Environmental education, which link the main actors in the territory and are projected as a medium-term solution. for the protection of ecosystem services.

Key words: agricultural activities; agroecological classes; conservation strategies; use limitations; use capacity.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de antecedentes

Los páramos son ecosistemas que se caracterizan por una alta humedad relativa, alta frecuencia de niebla y por tener una vegetación arbustiva y herbácea adaptada a las condiciones de alta montaña (Salazar y Játiva, 2012). En condiciones naturales estos ecosistemas presentan una oferta hídrica alta (Arcos, 2010). Sin embargo, estos cambian cuando son degradados. Además, son centros de hábitat de flora y fauna endémica que representan el 10% de endemismo en el territorio ecuatoriano. Lo anterior contribuye a la fijación de carbono mediante la descomposición de la materia orgánica y procesos de humificación propios de los suelos de este ecosistema (Torres, et al., 2014).

Salas y Valenzuela (2011), indican que el cambio de uso de suelo en un espacio determinado es un proceso dinámico que genera una alteración a los ciclos y procesos naturales. Este proceso degrada la calidad de vegetación modificando la densidad de la composición de las especies presentes. El cambio de uso del suelo es originado por diferentes factores, principalmente, por actividades humanas como: agricultura y ganadería y ampliación de infraestructura, las cuales generan la deforestación y fragmentación (Sistema de Información Geográfica Ambiental para el Estado de Coahuila [SIIAEC], 2017). Una de las principales consecuencias del cambio de uso del suelo es la reducción de la diversidad biótica, la degradación de los suelos, la degradación de cuencas hidrográficas y la pérdida de los servicios ambientales (Torres, et al., 2014).

A finales del siglo XX, se produjeron cambios importantes en la estructura agraria, considerando como estrategia la ampliación de la frontera agrícola para incrementar la disponibilidad de tierras para la producción. Su aplicación derivó en una amplia progresión de los cultivos hacia los pisos altitudinales superiores (Gondard y Mazurek, 2001). De tal manera que, el cambio de uso de suelo también puede alterar

drásticamente la cobertura vegetal, generando cambios a las propiedades físicas, químicas, y microbianas del suelo. La vegetación, se considera importante en los aportes continuos de la materia orgánica de suelo, dado que reduce la densidad aparente y la erosión, en donde incrementa: la fertilidad, la tasa de infiltración, y la retención de agua (Cantú y Yáñez, 2018).

Algunos estudios se han centrado en sintetizar los cambios ecológicos, agrícolas, y urbanos del espacio terrestre por influencia de los factores naturales y socioeconómicos en el uso de suelo (Wang et al., 2018). Por ejemplo, en Venezuela los conflictos de uso de suelo no acordes a la capacidad agrícola se presentan por la falta de planificación y control sobre las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), escasa vigilancia, inmigración ilegal y expansión agrícola (Molina y Rivas, 2007). Así mismo, en la India, mediante los conflictos de uso del suelo se han desarrollado estrategias sostenibles de los recursos hídricos, en especial la interacción entre los cambios en el uso del suelo y la hidrología local a través de una adecuada evaluación (Anand et al., 2018).

En Filipinas, los bosques naturales fueron reducidos por el incremento de plantaciones forestales. Lo anterior generó la disminución de las fuentes de biomasa y densidad, generando pérdida de cobertura por efectos de la deforestación (Lasco y Pulhin, 2000). Además, Díaz et al. (2018), analizaron los factores: deforestación, degradación, y cambios en la vegetación natural en el centro sur de Chile, con el fin de cuantificar y describir el cambio de uso del suelo en diferentes períodos. Este estudio identificó los diferentes usos de suelo que se realizan en el área y los que potencialmente deben aplicarse.

En Colombia, se han generado desequilibrios en el sistema natural del suelo y en el ciclo hidrológico a causa de actividades agrícolas (Muñoz y Pérez, 2017). La investigación realizada por Hernández et al. (2013), determinó que por medio de un análisis multitemporal se pueden identificar los cambios y conflictos del uso de suelo. Obteniendo un insumo para la planificación de acciones que permitan la

recuperación, conservación, protección del suelo, y agua. Por ende, se debe considerar que los procesos participativos de los actores de la comunidad a través de la caracterización de las zonas de trabajo e interacciones entre sociedad y páramo contribuyen un instrumento importante para los estudios geográficos (Rodríguez, 2011).

De igual manera, Arcos (2010), menciona que, en estudios previos se ha demostrado que el pastoreo intensivo es el principal problema que afecta a la macroestructura del suelo y disminuye su contenido de materia orgánica. En efecto, existe una pérdida de capacidad de retención de agua, aunque la vegetación influya en el mantenimiento del microclima y protección del suelo, por lo tanto, pierde su capacidad de regeneración natural (Álvarez y Mora, 2017).

De acuerdo con el Gobierno Provincial de Imbabura (GPI, 2010), los páramos y bosques nativos son áreas estratégicas donde se encuentran las principales fuentes de abastecimiento de agua potable para la población de Pimampiro. Sin embargo, no se conoce su estado de conservación actual, lo que ha generado problemas dentro de los límites territoriales creados para áreas de protección y conservación, establecidas por las autoridades locales debido al avance de la frontera agrícola (Chamorro, 2019).

En la microcuenca del páramo Quimsacocha se propuso aplicar estrategias de conservación que abordaron la educación ambiental y el uso adecuado del suelo según la aptitud de éste. Estas estrategias tuvieron el fin de disminuir las condiciones antrópicas que afectan a la capacidad de almacenamiento de agua que retienen los suelos (Quichimbo, et al., 2012). Del mismo modo, en la Reserva Hídrica Comunitaria Nangulví Bajo, se optó por un programa de conservación y protección para futuras generaciones, con base en la zonificación del uso potencial del suelo (Álvarez y Mora, 2017).

La parroquia de Mariano Acosta y Angochagua corresponde a los páramos andinos de los cantones Pimampiro e Ibarra. Estos páramos contienen una gran variedad de

formaciones vegetales, tales como: bosque natural, pasto y áreas de páramo, las cuales, se han visto afectadas por el cambio de uso de suelo en áreas cercanas al bosque nativo en los últimos años. En consecuencia, el ecosistema se vuelve más frágil y pierde su capacidad de regeneración (Flores y Vega, 2015).

1.2 Problema de investigación y justificación

A nivel global se han identificado varios impactos causados por los cambios de uso del suelo, los que a su vez propician los cambios a gran escala o escala del paisaje. Es así, que las parroquias Mariano Acosta y Angochagua, se ven afectados por problemas ambientales, principalmente de origen antrópico, tales como: el avance de la frontera agrícola, sobrepastoreo, deforestación, incendios, presencia de minas de lastre, y escasa concientización ambiental. Como consecuencia se genera el deterioro de la calidad y cantidad de las fuentes de agua, lo que genera un conflicto socioambiental en las comunidades rurales de las parroquias (Clavijo y Granja, 2016). En la actualidad, se observan cambios en el uso del suelo, alteración de la cobertura vegetal, y disminución de caudales en fuentes hídricas.

Arcos (2010), destaca que no se aplican medidas de conservación del páramo afectado por el conflicto de uso del suelo que generan las actividades antrópicas en zonas con enfoque netamente de protección y conservación de los recursos naturales. Es así como, se necesitan estudios que aporten con información para la toma de medidas para enfrentar la degradación del recurso suelo, vegetación y agua. De esta manera, las autoridades competentes podrían tomar decisiones con respecto a la conservación y protección del páramo en las mencionadas parroquias partiendo de una información científica.

El presente estudio tiene como finalidad analizar los conflictos de uso de suelo generados en las parroquias Mariano Acosta y Angochagua. De igual manera, este estudio evaluará los efectos que el uso inadecuado del suelo tiene sobre la cobertura vegetal y sobre la estructura de la vegetación existente en el páramo. Estas alteraciones en el ecosistema afectarían directamente en la captación de agua que es

almacenada por la cobertura vegetal, factor primordial para la regulación de los flujos hidrológicos. Con los resultados obtenidos se proponen estrategias de conservación que abordan las prácticas agroecológicas en zonas agrícolas, restauración en zonas de páramos degradados, y la educación ambiental. Esto con el fin de que la comunidad y los entes gubernamentales tome conciencia del impacto que genera la ganadería y la agricultura en el páramo.

Finalmente, el estudio se fundamenta al Art.409 de la Constitución de la República del Ecuador, año 2008, del Capítulo segundo: Biodiversidad y Recursos Naturales, en su Sección quinta, determina de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. Donde se establecerá un marco normativo para su protección y uso sustentable que prevenga su degradación, en particular la provocada por la contaminación, la desertificación y la erosión. Es así que el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona.

Además, busca contribuir en el Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida 2017-2021, mediante el progreso del Eje 1, el cual atribuye al tercer objetivo; “Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones” (SENPLADES, 2017). El cual, resalta la importancia, cuidado, y protección de los ecosistemas frágiles, donde se reconoce a la naturaleza como sujeto de derecho.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar los conflictos de uso del suelo en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta, con el fin de diseñar estrategias de conservación del páramo.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la cobertura vegetal y el uso potencial del suelo.

- Analizar los conflictos de uso del suelo en el páramo de Angochagua y Mariano Acosta.
- Diseñar estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados.

1.4 Pregunta directriz de la investigación

¿Cuáles son las estrategias para la conservación del páramo de Angochagua y Mariano Acosta con base en el estudio de los conflictos de uso de suelo?

CAPÍTULO II

REVISIÓN LITERARIA

2.1 Marco teórico referencial

En el siguiente capítulo se detalla la información para sustentar el análisis e interpretación del presente estudio en base a la recopilación de artículos científicos y libros.

2.1.1 Cobertura vegetal

Es considerado como la superficie terrestre por la capa de vegetación natural (Álvarez y Mora, 2017). Hace referencia a las diferentes formaciones vegetales que se pueden encontrar e identificar en determinadas zonas, tales como: páramo, pastizales, bosques naturales. Estas zonas en el transcurso de los años han sido intervenidas por actividades antrópicas debido a la necesidad de expansión agrícola, ganadera, y demográfica, que busca satisfacer las necesidades económicas, sociales y de desarrollo de las culturas locales (Maza, 2009). Por consiguiente, existe una pérdida en el equilibrio del ecosistema que conlleva a la degradación de suelos (Moreno y Renner, 2007).

2.1.2 Uso potencial del suelo

Es la aptitud y condición particular que posee el suelo para un uso adecuado, considerándose como factores limitantes: el uso agrícola, pecuario, forestal o de protección, con el fin, que cada unidad sea usada de acuerdo con la capacidad productiva del suelo, favorables para el desarrollo de actividades. No obstante, se debe considerar el uso soportable que tiene cada unidad de tierra al ser utilizados en la producción agropecuaria o agrícola (Álvarez y Mora, 2017).

El Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (CLIRSEN y MAGAP, 2011), han realizado estudios metodológicos para la clasificación agrológica del

territorio, mediante un proceso de evaluación a las variables biofísicas de un espacio determinado. Estas variables permiten ordenar y agrupar al suelo según su aptitud y capacidad física para lograr el aprovechamiento productivo en condiciones naturales y la planificación de la conservación de suelos.

Metodología USDA. Este método consiste en determinar la capacidad de tierra bajo usos agrícolas, en especial a los que se encuentran en riesgo de erosión y los que tiene la necesidad de conservar la potencialidad del suelo (CLIRSEN y MAGAP, 2011). El método fue diseñado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) para la planificación de conservación de suelos del mismo país en las décadas de 1940 a 1950, aunque la descripción de las clases agrológicas fue propuesta por Klingebiel y Montgomery en el año 1961 (Antón, 2010). La ventaja de este método es que la división de clases es fácil de entender y aplicar. De manera clara se indica el tipo de cultivo a ser y no ser cultivado. Sin embargo, se basa en las limitaciones de uso, y no en la potencialidad de aspectos positivos, debido a que no proporciona toda la información interpretativa necesaria (Antón, 2010).

La metodología diseñada por el Centro Científico Tropical de Costa Rica, es considerada para la determinación de la capacidad de uso de las tierras acorde a sus propias condiciones y necesidades en base a la metodología USDA. Es así como, Tosi y Joseph (1991), definen al método como un sistema de evaluación cualitativo y jerárquico ya que comprende tres niveles, que se detallan a continuación y los parámetros se indica en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción de las clases agrológicas

Metodología (USDA)-Capacidad de uso de tierras		
Clases agrológicas	Subclases agrológicas (Factores limitantes)	Unidades de manejo (Limita las actividades agrícolas y forestales)
Clase I	Erosión (e)	Pendiente (e1)
Clase II		Erosión sufrida (e ₂)

Clase III		Profundidad efectiva (s ₁)
Clase IV		Textura superficial (s ₂)
Clase V	Suelo (s)	Pedregosidad (s ₃)
Clase VI		Fertilidad (s ₄)
Clase VII		Toxicidad (s ₅)
Clase VIII		Salinidad (s ₆)
	Drenaje (d)	Drenaje (d ₁) Inundación (d ₂)
	Clima (c)	Zona de humedad (c ₁) Zona de temperatura (c ₂)

Fuente: Tosi y Joseph (1991); Antón (2010); CLIRSEN y MAGAP (2011).

Clases agrológicas. Se establecen ocho clases y cada una de las clases se define por el grado de limitación, son representadas por números romanos. Conforme va aumentando las limitaciones van disminuyendo las opciones de uso, es decir, las cuatro primeras clases permiten el uso agrícola, incluyendo la producción de cultivos anuales y las cuatro restantes se considera restringido para uso agrícola, tales como bosque, pastos, y espacios protegidos (CLIRSEN y MAGAP, 2011).

Subclases agrológicas. Determinan la capacidad de uso del suelo de acuerdo con las limitaciones en función de los diferentes factores: erosión (e), suelo (s), drenaje (d) y clima (c) (Tosi y Joseph, 1991). Estas son descritas con letras minúsculas en el siguiente orden e, s, h y c, ya que permite identificar las subclases de acuerdo con los factores limitantes (CLIRSEN y MAGAP, 2011).

Unidades de manejo. Es un nivel de clasificación específico que limita la utilización de actividades agrícolas y forestales, para ello, debe estar correlacionado con el grado de generalización cartográfica del estudio. Es así, que se describe por una o más letras minúsculas que indiquen la subclase de capacidad, seguido de un número como subíndice que indica la subclase que corresponde la unidad de manejo (Tosi y Joseph, 1991).

2.1.3 Conflicto de uso de suelo

De acuerdo con Ma X (2014), el conflicto de uso de suelo o de tierra, es un fenómeno social complejo, el cual se genera a partir de múltiples grupos o partes interesadas, en donde se involucran a instituciones administrativas, corporaciones industriales o comerciales, residentes urbanos, pueblos indígenas, entre otros, lo que genera disputas de interés en el uso de suelo y conflictos de tierra. Karimi y Hockings (2018), afirman, que “el conflicto de uso de tierra es considerado endémico para el manejo de los recursos naturales, debido a la disponibilidad de recursos y a los beneficios de múltiples partes interesadas”.

Categorías para conflictos de uso de suelo. La determinación de las áreas afectadas por sobreutilización y subutilización del suelo son desarrolladas con base en el análisis de las siguientes variables físicas, como: el clima (tipo de temperatura, precipitación media anual, humedad y altura), suelo (fertilidad), y geomorfología (paisajes, pendientes). Estas bases permiten obtener una matriz bidimensional, formada por la aptitud agrológica y el uso actual del suelo, donde los diferentes conflictos de uso varían de acuerdo con la magnitud de agresión (Tabla 2) (Andrade y Dután, 2012).

Tabla 2

Categorías para los conflictos de uso de suelo

	Categoría	Simbología	Descripción
Sin conflicto	Uso adecuado	(UA)	Áreas donde el uso actual se encuentra acorde con la capacidad de uso de suelo.
	Subutilizado	(SU)	El uso actual no corresponde al uso potencial natural del suelo.
Con conflicto	Sobreutilizado	(SO)	Actividades que se desarrollan para explotar el recurso suelo. Se origina una pérdida lenta de las características intrínsecas del suelo.

Fuente: (Tosi y Joseph, 1991; Antón, 2010; CLIRSEN y MAGAP, 2011)

2.1.4 Cambio de uso de suelo

Son alteraciones antrópicas asociadas a modificaciones físicas del suelo (Patz et al., 2004). Pueden provocar la fragmentación de hábitat en los paisajes, modificando los patrones espaciales de la conectividad, densidad, y tamaño de las parcelas del ecosistema (Rodríguez, 2014). Igualmente, estos cambios pueden causar perturbaciones en el sistema y provocar cambios ambientales globales (Anand et al., 2018). De hecho, esta alteración podría conducir a una extinción local y total de las especies más vulnerables (Bennett, 2003).

Generalmente, la forma del uso de suelo depende de la cobertura y ambos se consideran factores propulsores de cambio en los ecosistemas (Cegielska et al., 2018), debido a que la dinámica del uso de suelo y cobertura contribuyen a un sistema socio-ecológico adaptativo (Berkes et al., 2000). Por lo tanto, un levantamiento de información, una evaluación de suelo, y junto a factores económicos y sociales se contribuiría a un proceso de planificación del uso de suelo. Esto, permite identificar los primeros procesos que se dan al uso de tierra, y posteriormente, seleccionar las alternativas de uso y conservación (Rodríguez y Zinck, 2016).

Las dinámicas de cambio de uso de suelo son complejas y ocasionan transformaciones inesperadas en la pérdida de la cobertura vegetal (Pichón, 1997). Este cambio no solo ocurre por actividades antrópicas, sino, también por fenómenos naturales tales como: las variaciones de la temperatura, la precipitación, y las corrientes de aire (Álvarez y Mora, 2017). Cabe señalar que, durante las últimas décadas las actividades humanas son la principal causante de la alteración a la estructura y funcionalidad de los ecosistemas (Vitousek, et al., 1997).

2.2 Marco Legal

El estudio se basa en leyes y artículos vigentes establecidos en la constitución de la República del Ecuador (2008), Código Orgánico del Ambiente, Ley Forestal y

Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre y el Plan Nacional del Buen Vivir 2009 -2013.

2.2.1 Constitución de la República del Ecuador

Es la norma jurídica de mayor jerarquía, que ampara derechos y libertades mismas que permiten organizar al Estado y las organizaciones democráticas impulsan al desarrollo económico y social, está establecida por 444 artículos distribuidos en 9 Títulos. El presente estudio tiene como principal sustento el Título VII Régimen del Buen Vivir, Artículo 406 el estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados, entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros.

Respecto al Suelo, los artículos 409 y 410, manifiestan que es de interés público y prioridad nacional la conservación del suelo, en especial su capa fértil. En áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación, el Estado desarrollará y estimulará proyectos de forestación, reforestación y revegetación que eviten el monocultivo y utilicen, de manera preferente, especies nativas y adaptadas a la zona. Además, 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.

2.2.2 Código Orgánico del Ambiente

Publicado en el Registro Oficial Suplemento No. 507 el 12 de junio del 2019, se compone de 7 libros, siendo de carácter ambiental relevante a nivel nacional.

El estudio se ve enmarcado al Artículo 30 del Libro Segundo del Patrimonio Natural, Título I de la Conservación de la Biodiversidad, objetivo 2, el cual, se centra en mantener la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas, de tal manera que se garantice su capacidad de resiliencia y su potencialidad de generar

bienes y servicios ambientales, mientras que en el literal 11, incorpora criterios de sostenibilidad del patrimonio natural en la planificación y ejecución de los planes de ordenamiento territorial, en los planes de uso de suelo y en los modelos de desarrollo, en todos los niveles de gobierno.

En Artículo 94 del Título VI Régimen Forestal Nacional, Capítulo II Disposiciones Fundamentales, de la conservación de la cobertura forestal; “se prohíbe convertir el uso del suelo a usos agropecuarios en las áreas del patrimonio Forestal Nacional y las que se encuentren asignadas en los planes de ordenamiento territorial, tales como bosques naturales y ecosistemas frágiles”.

Artículo 99, del Título VI Régimen Forestal Nacional: Capítulo IV Formaciones vegetales naturales, páramos, moretales, manglares y bosques, menciona que será de interés público la conservación, protección y restauración de los páramos, moretales y ecosistemas de manglar. Se prohíbe su afectación, tala y cambio de uso de suelo, de conformidad con la ley. Las comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos participarán en el cuidado de estos ecosistemas y comunicarán a la autoridad competente, cualquier violación o destrucción de estos.

Artículo 100, da a conocer que las disposiciones sobre el ecosistema páramo. Para la protección, uso sostenible y restauración del ecosistema páramo, se consideran las características ecosistémicas de regulación hídrica, ecológica, biológica, social, cultural y económica. Para el cual, los gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos o Municipales deberán establecer planes, programas y proyectos que coadyuven a la conservación de dicho ecosistema bajo los criterios de la política nacional emitida por la Autoridad Ambiental Nacional.

2.2.3 Plan Nacional de Desarrollo 2021 - 2025

Según el Plan Nacional de Desarrollo 2021 - 2025, en referencia al eje de Transición Ecológica, señala lo siguiente: El plan es un instrumento de gestión de cambio

climático a largo plazo, que definirá la hoja de ruta para reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en distintos sectores de la economía y fomentará una transición justa, ecológica y sostenible., a su vez, permitirá garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. De tal manera que promueve conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y que precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones”.

CAPÍTULO III

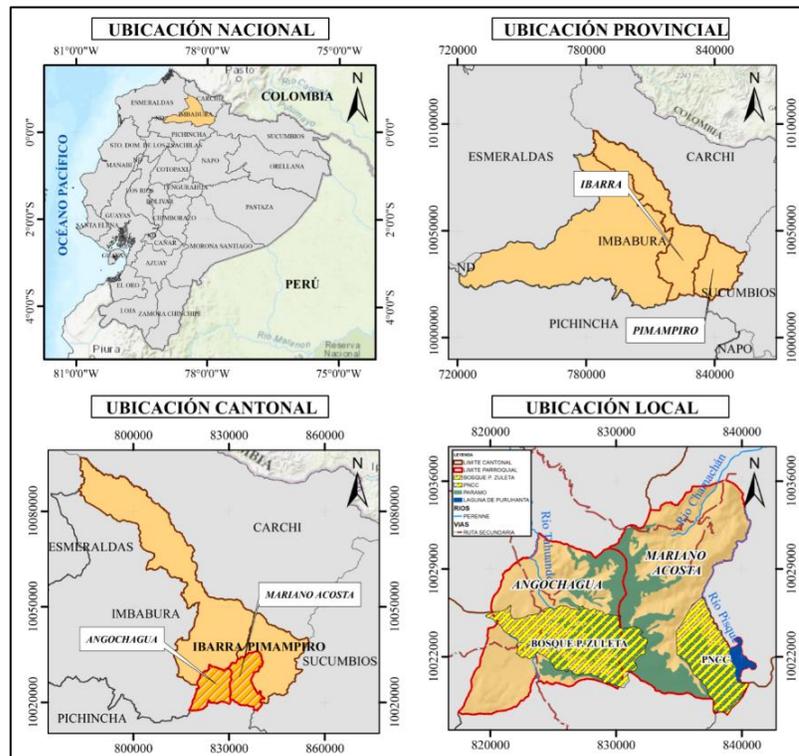
METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra enfocado a las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta presentes en los cantones Ibarra y Pimampiro respectivamente, de la provincia de Imbabura. Estas parroquias tienen una superficie de 25 218.8 hectáreas (Figura 1), y se encuentran dentro de un rango de altitud de 2080 a 3960 m s.n.m. Cabe destacar, que parte del territorio de la parroquia Mariano Acosta se encuentra comprendido dentro del Parque Nacional Cayambe Coca, es decir el 0.70%, lo que corresponde a 2 839.69 hectáreas. Así mismo, en la parroquia de Angochagua se encuentra ubicado el Bosque Protector de Zuleta, el cual comprende 4 744.16 hectáreas correspondiente al 39.56% de la superficie de la parroquia.

Figura 1

Ubicación del área de estudio

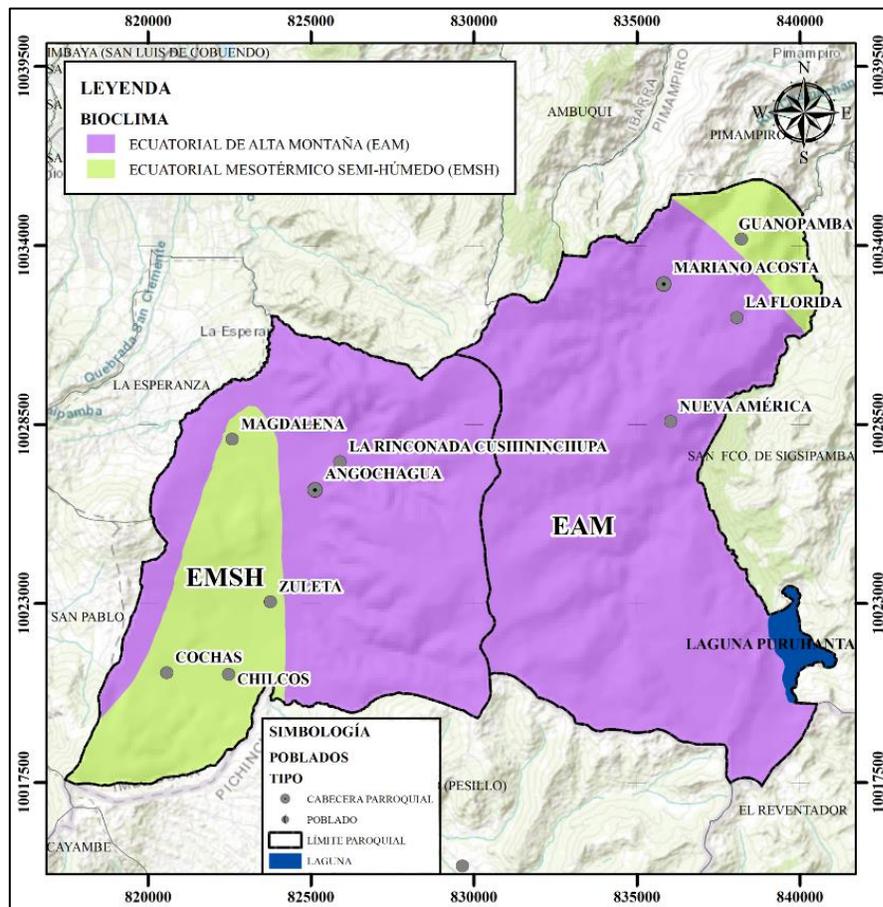


3.1.1 Clima

En el área de estudio se presentan dos tipos de clima: el clima ecuatorial de alta montaña (EAM) situados entre los 3000 y 3960 m s.n.m., con una temperatura que varía entre los 6°C y 12°C, humedad relativa mayor al 70% y precipitaciones que oscilan entre los 750 y 1500 mm. Este tipo de clima predomina en un 81% en la zona de estudio. En menor porcentaje (19%) se encuentra el clima ecuatorial mesotérmico semi-húmedo (EMSH), el cual es característico de la zona interandina, con una temperatura máxima de 15°C y precipitaciones anuales de 1000 mm. (Figura 2) (Pourrut, 1983).

Figura 2

Bioclimas de las parroquias Angochagua y Mariano Acosta



3.1.2 El Páramo

El páramo en las parroquias de Mariano Acosta y Angochagua es considerado como un corredor biológico para muchos animales emblemáticos, tales como: el oso andino (*Tremarctos ornatus*) y el cóndor (*Vultur gryphus*). La vegetación herbácea está representada por: rosetales, arbustos y pajonales (Chicaiza, 2013). Además, la superficie del páramo corresponde al 28.78% del área de estudio, lo que es fundamental para la regulación de la hidrología regional y local. En efecto, el páramo es un ecosistema de gran importancia para la población de la parte norte de los andes, debido, a que son fuentes de almacenamiento de agua del sistema hídrico (Hofstede, 1997).

3.1.3 Demografía

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2010), la parroquia Mariano Acosta posee una población de 1 544 habitantes de los cuales 756 son hombres y 788 son mujeres, con una proyección poblacional de 1 926 habitantes para el año 2020 (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2012). En la parroquia habitan varias etnias, predominando la indígena y la mestiza, distribuidas en las siguientes comunidades: la Florida, Nueva América, Mariano Acosta y Guanopamba (Gaspar, 2019). Según el INEC (2010), Angochagua posee 3 263 habitantes (1 753 mujeres y 1 510 hombres) y una proyección poblacional de 3 983 habitantes para el año 2020. La población de esta parroquia se auto identifica como indígenas descendientes del pueblo Caranqui, seguida de la mestiza, mismos, que se encuentran distribuidos en las siguientes comunidades: la Rinconada Cushininchupa, la Magdalena, Cochas, Zuleta, Chilcos (Guerrero, 2019).

3.1.4 Actividades de producción.

Las condiciones climáticas, el relieve y el tipo de suelo hacen de las parroquias, que exista una diversidad agrícola, por lo que los habitantes optan por desarrollar actividades como la ganadería, la agricultura y la silvicultura. Según el INEC (2010),

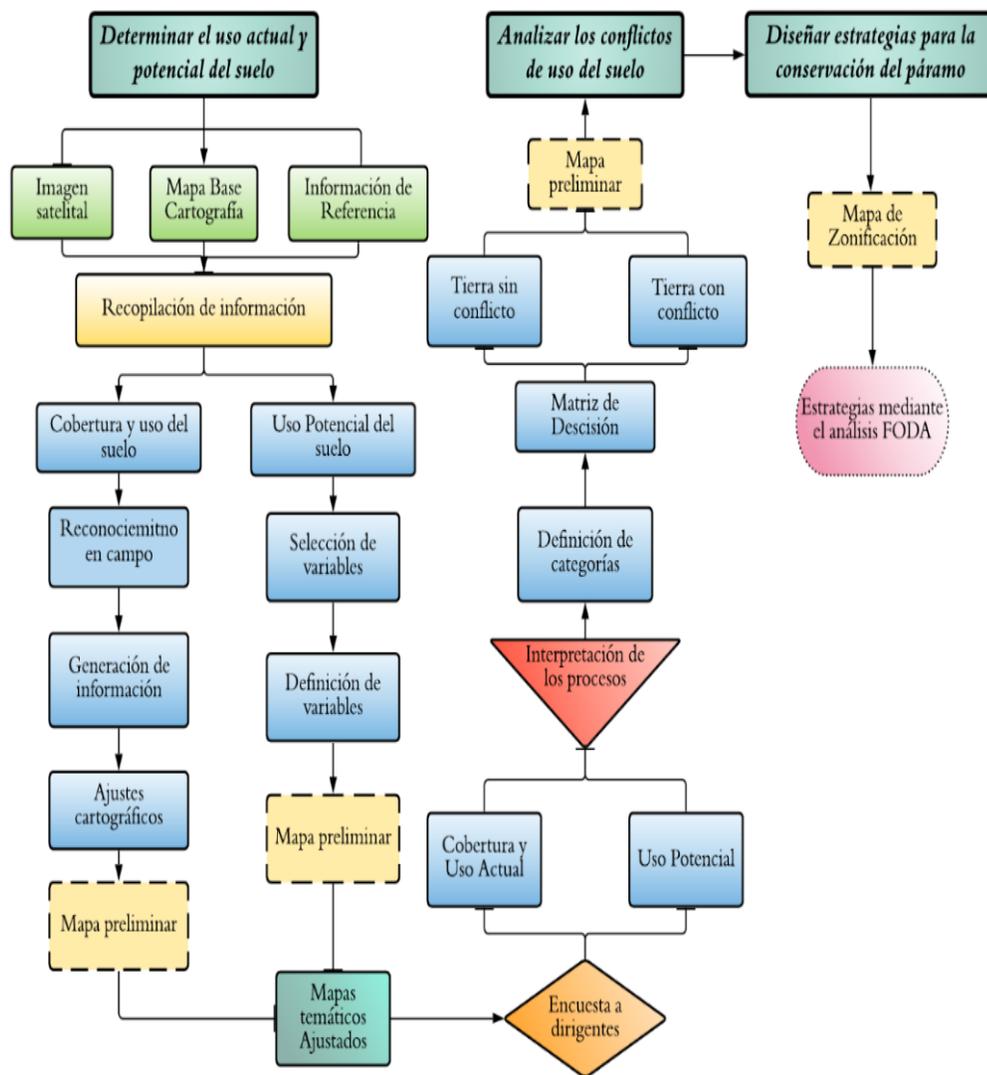
un 83.28% de la población se dedica a estas actividades mientras que un 16.77% se dedica a la industria manufacturera (Clavijo y Granja, 2016).

3.2 Métodos

El presente estudio constó de tres fases para determinar el conflicto de uso de suelo y proponer estrategias de conservación (Figura 3).

Figura 3

Esquema metodológico

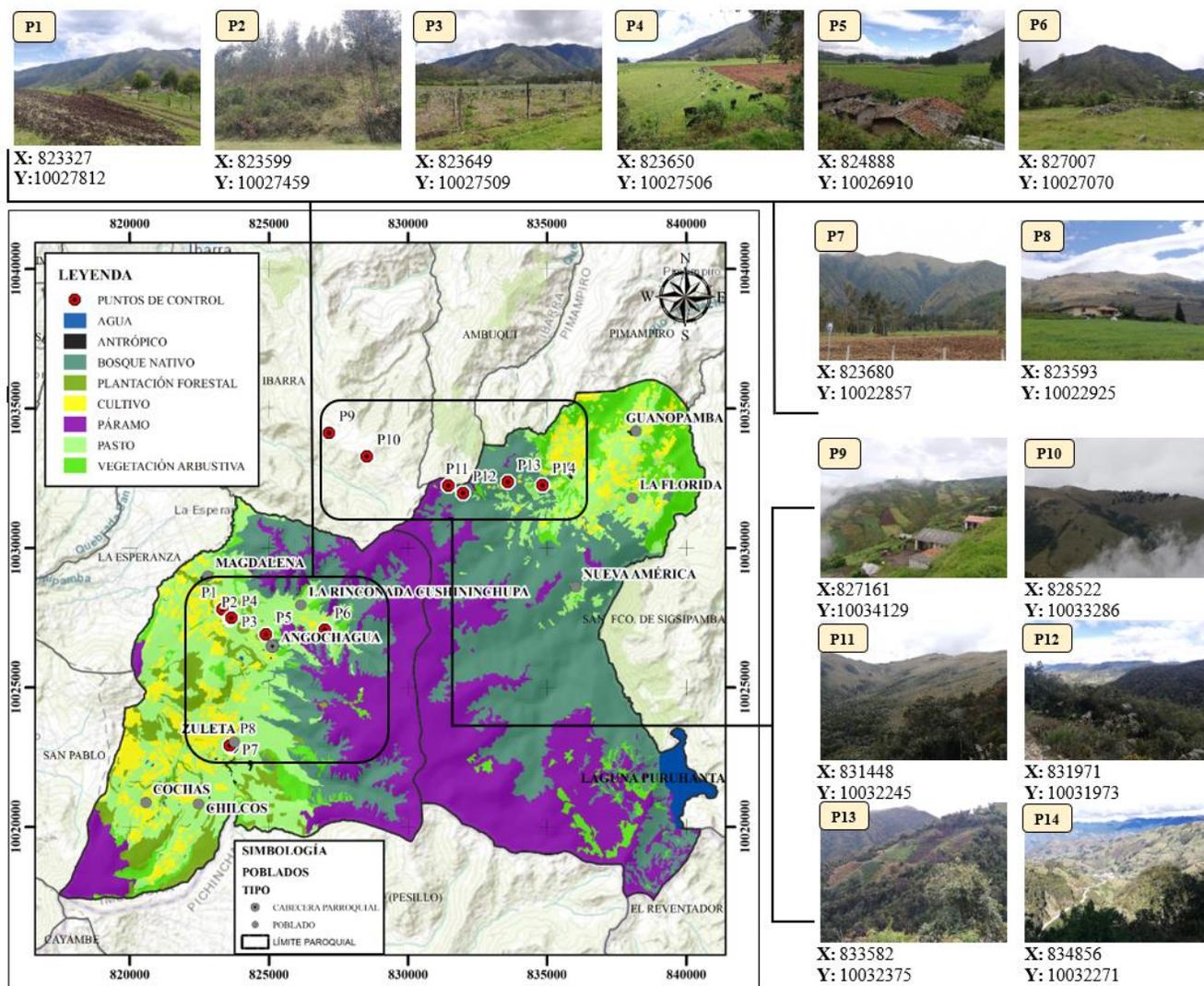


3.2.1 Fase I: Determinación del uso actual y potencial del suelo

Trabajo de campo y reconocimiento del área de estudio. Con el levantamiento de información (*in situ*), se logró obtener la información sobre la cobertura vegetal presente las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta., esto mediante la asignación de coordenadas y puntos de control (GPS) en cada formación vegetal. Para ello, se recorrió el área de estudio y se identificó el tipo de vegetación más representativa, tales como: páramo, cultivos, pasto, bosque nativo, agua, y plantación forestal (Figura 4). Considerando las categorías establecidas por el Catálogo Nacional de Objetos Geográficos, versión 2.0 (SENPLADES, 2013)

Figura 4

Georreferenciación de las parroquias Angochagua y Mariano Acosta



Se procedió a obtener un registro fotográfico del área de estudio, logrando adquirir la información del recorrido de campo como: ubicación, cobertura y observaciones.

Generación de información de la cobertura vegetal. La información de cobertura vegetal se generó mediante el procesamiento de imágenes satelitales de media resolución. El procedimiento de trabajo con las imágenes de satélites consistió en:

Obtención de imágenes satelitales. Se obtuvieron imágenes Landsat del portal web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (*United States Geological Survey-USGS*), utilizando el visor *Earth Explorer* (USGS, 2020), en base al Path/Row 10/60, con resolución espacial de 30m (Chuvieco, 2010).

Recorte de imágenes con el área de estudio. En el software ArcGIS, se procedió a recortar la imagen con el polígono del área de estudio considerando a toda la parroquia de Angochagua y Mariano Acosta.

Clasificación supervisada. La clasificación supervisada consistió en emplear la metodología de Chuvieco (2010), estableciendo áreas de entrenamiento que permiten identificar polígonos que tengan similitudes para reconocer los tipos de cobertura, como: páramo, cultivos, pasto, bosque nativo, agua, y plantación forestal. Las áreas de entrenamiento se definieron agrupando píxeles de la imagen con el mismo valor de nivel digital en reflectancia, obteniendo polígonos digitales para los ocho tipos de cobertura.

Pos-procesamiento de las imágenes. Con los resultados que se obtuvieron con la imagen clasificada se realizó una comparación entre los píxeles de la imagen y la distribución espacial de las formaciones vegetales presentes en campo a partir de los puntos de control. Los factores antrópicos identificados permitieron conocer la influencia, el aumento o disminución del uso del suelo y cobertura vegetal (Chuvieco, 2010).

Validación de la clasificación de la imagen. Para validar los resultados de la clasificación de la imagen se utilizaron 96 puntos de control tomados en campo de manera aleatoria, con ayuda de GPS, en las diferentes coberturas vegetales presentes en el área de estudio. En total se tomaron 12 puntos de control para cada uno de los ocho tipos de cobertura. Esta validación se realizó mediante la matriz de contingencia (confusión o de error) que evalúa la exactitud de la clasificación (Rodríguez, 2011). También deriva el porcentaje de acierto global e índice Kappa propuesto por Cohen (1960), como medida de precisión global para determinar el grado de significancia entre los datos obtenidos de la clasificación supervisada y los datos de referencia en campo (Chuvieco, 2010). Una vez obtenida la matriz de error en el software ArcGIS, se procedió a calcular el índice Kappa (Tabla 3). Para ello, se relaciona el número teórico de observaciones atribuibles al azar con el total de puntos muestreados para establecer un grado de acuerdo o concordancia del mapa frente a la realidad (*in situ*) (Borras et al., 2017).

Tabla 3

Matriz de confusión para calcular el índice Kappa

		Datos de verdad			Clasificación general	Precisión del productor (precisión)
		Clase 1	Clase 2	Clase 3		
Resultados del clasificador	Clase 1					
	Clase 2					
	Clase 3					
		Verdad en general				
		Precisión del usuario (recuperación)				

Fuente: (Cohen, 1960 y Vanetti, 2007)

A continuación, en la Tabla 4, se detalla la escala de valoración del índice Kappa y el grado de ajuste de los aciertos causados por factores aleatorios.

Tabla 4

Escala de valoración del índice Kappa

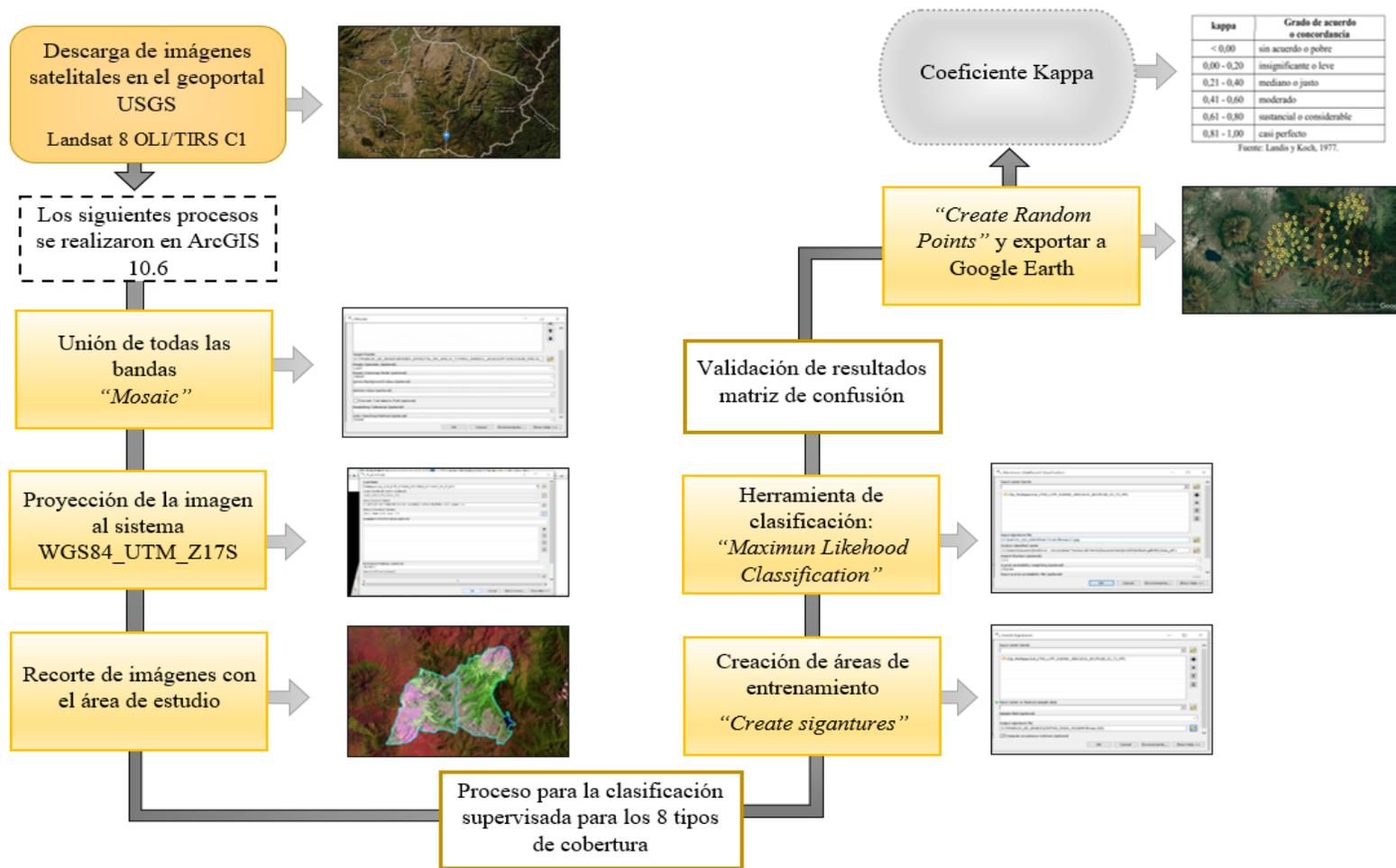
Kappa	Grado de acuerdo o concordancia
< 0.00	Sin acuerdo o pobre
0.00 – 0.20	Insignificante o leve
0.21 – 0.40	Mediano o justo
0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Sustancial o considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecto

Fuente: (Landis y Koch, 1977)

Para mejor interpretación se realizó un flujograma, tal como se muestra en la Figura 5, con todos los procedimientos específicos que se necesitan para la obtención de imágenes, clasificación supervisada y validación.

Figura 5

Flujograma del proceso para la obtención de imagen, clasificación supervisada y validación



Elaboración de cartografía temática. Con la información levantada en campo se realizaron ajustes cartográficos para un mejor análisis del estado actual en el que se encuentra el área de estudio. Además, se elaboraron los siguientes mapas temáticos: (1) mapa de cobertura vegetal; (2) mapa de clases de capacidad de uso; (3) mapa de uso potencial; (4) mapa de conflicto del suelo; y (5) mapa de zonas ecológicas-ambientales. La cartografía fue elaborada a una escala 1:25.000, con una proyección WGS 1984 UTM, zona 17S.

Generación de información de la capacidad de uso del suelo. Se realizó con base en la información obtenida en la fase de campo y analizada en función a los atributos de la base de datos del mapa de geopedológico del Instituto Espacial Ecuatoriano. Además, se acopló al modelo del sistema de clasificación de uso de la tierra del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), el cual define el grado de limitación de uso (Instituto Espacial Ecuatoriano y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca [IEE y MAGAP], 2017). Éste fue rectificado por (CLIRSEN y MAGAP, 2011), realizando cambios que consisten en ciertas adaptaciones de factores con sus respectivas variables (Álvarez y Mora, 2017).

La aplicación de las ocho clases del Sistema Americano de la (USDA) es la más utilizada a nivel mundial, por su disponibilidad de información, representado por números romanos, utilizando, el símbolo (I), para las limitaciones ligeras, y mientras aumenta progresivamente hasta llegar al símbolo (VIII), indica las limitaciones severas (IEE y MAGAP, 2017).

Para la realización del mapa temático se desarrollaron las siguientes etapas:

Etapas:

Etapas 1: Selección y definición de las variables. En esta etapa se consideraron las variables edáficas, climáticas y geomorfológicas que influyen directamente en el manejo de los sistemas de producción y en la determinación de las clases de capacidad de uso de la tierra (IEE y MAGAP, 2017). Se seleccionaron los parámetros que se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5

Parámetros para definir las clases de capacidad de uso de la tierra (CUT)

Factor	Variables
Erosión	Pendiente %
Suelo	Profundidad efectiva (cm)
	Textura superficial
	Pedregosidad (%)
	Salinidad (dS/m)
Humedad	Toxicidad
	Drenaje
Climático	Periodos de inundación
	Regímenes de humedad del suelo
	Regímenes de temperatura del suelo

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Estos parámetros se utilizaron para realizar la clasificación adecuada del territorio, considerando que estos varían según las adaptaciones locales. Por lo tanto, el clima fue considerado en función de los regímenes de humedad y temperatura del suelo; utilizando la precipitación, temperatura, meses secos, y déficit hídrico como parámetros (IEE y MAGAP, 2017)

Pendiente. La variable pendiente fue considerada como un factor determinante al incidir directamente en las diferentes actividades agronómicas y posibilidades de labranza mecánica del suelo, la cual tiene una gran influencia sobre la aptitud agrícola de la tierra (Tabla 6). De modo que, este factor determina las medidas de conservación y prácticas de manejo necesarias para la conservación del suelo (IEE y MAGAP, 2017).

Tabla 6*Clases de capacidad de uso de tierra por pendiente*

Clases	Pendiente (%)	Descripción
I	Menor a 5	Plano
II	Menor a 12	Suave
III	Menor a 25	Media
IV	Menor a 40	Fuerte
V	Hasta 12	Muy Suave
VI	Menor a 70	Escarpada
VII	Menor a 100	Muy Escarpada
VIII	Cualquiera	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Profundidad efectiva. La profundidad efectiva del suelo constituye la densidad de las capas del suelo y subsuelo, en las cuales las raíces tienen la capacidad de ramificarse, penetrar y adherirse sin dificultad, dando firmeza a las plantas (Tabla 7). Esta variable puede marcar la diferencia de un suelo productivo o no productivo, ya que esta propiedad regula directa o indirectamente varias funciones agrícolas (IEE y MAGAP, 2017).

Tabla 7*Clases de capacidad de uso de la tierra por profundidad efectiva*

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

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Textura superficial. La textura se refiere al porcentaje en peso del suelo que queda comprendido en varias fracciones de tamaño de partículas (limo, arcilla, arena). Para la determinación de las variables de este parámetro se utilizó la información establecida por cinco grupos. Dentro de la Tabla 8, se puede evidenciar que el Grupo 1 y 2 corresponden a la clase I de tierra; el Grupo 1, 2, y 3 pertenecen a las clases II, III, y IV. Por lo tanto, a las clases de tierra V, VI, VII, y VIII se le atribuyó la denominación (cualquiera), es decir, que cualquier grupo textural corresponderá a dichas clases, esto incluye al Grupo 5 (IEE y MAGAP, 2017).

Tabla 8

Agrupación de clases y subclases de texturas

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

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Pedregosidad. Esta variable determina la presencia o ausencia de fragmentos gruesos superficiales, es decir, el contenido de piedras y rocas que interfieran en las labores de labranza. Puede estar presente en los horizontes del suelo y afectar a la mecanización y el desarrollo de las plantas (IEE y MAGAP, 2017). En la Tabla 9, se observa las categorías de pedregosidad, establecido en las clases de uso de tierra.

Tabla 9*Clases de capacidad de uso de tierra por la pedregosidad*

Clases	Pedregosidad %
I	≤ 10
II	≤ 25
III	≤ 25
IV	≤ 25
V	≤ 50
VI	≤ 25
VII	≤ 75
VIII	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Salinidad. Esta variable marca la diferencia del contenido excesivo de sales, y en especial de sodio (Na), limitando el crecimiento de los cultivos, debido a que las plantas no pueden absorber una cantidad suficiente de agua para desarrollarse adecuadamente (IEE y MAGAP, 2017). Esta variable se determina por medio de la conductividad eléctrica (CE, dS/m) del estrato de saturación del suelo (Tosi y Joseph, 1991). En la Tabla 10, se presenta las clases de salinidad ya establecidas.

Tabla 10*Clases de capacidad de suelos de la tierra por salinidad*

Clases	Salinidad (dS/m)
I	< 2
II	< 2
III	≤ 4
IV	≤ 4
V	≤ 16
VI	≤ 16
VII	≤ 16
VIII	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Toxicidad. Determina los efectos negativos que producen los aniones y cationes sobre las plantas, principalmente cuando se presentan en exceso en el suelo (Tabla 11) (IEE y MAGAP, 2017).

Tabla 11

Clases de capacidad de uso de la tierra por toxicidad

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

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Drenaje. Esta variable permite condicionar el uso del suelo, la misma que se utiliza para establecer las zonas inundables, zonas húmedas y definir limitaciones para el desarrollo de plantas, a fin de evitar la aparición de hongos que llevan a la putrefacción de las raíces (Tabla 12) (IEE y MAGAP, 2017).

Tabla 12

Clases de capacidad de uso de la tierra por el drenaje

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

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Inundabilidad o periodos de inundación. Establece la condición de la inundación en el suelo, ya sea por el aumento del nivel freático o por la irrigación excesiva, provocando una saturación en el suelo al no poder almacenar más agua (Tabla 13) (Soil Survey Staff, 1993). Por otra parte, cuando se produce un estancamiento de agua en depresiones y llanuras, principalmente en suelos con problemas de drenaje, se considera un encharcamiento (Tosi y Joseph, 1991).

Tabla 13

Clases de capacidad de uso de tierra por periodos de inundación

Clases	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 y mediana
VIII	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Además, las inundaciones se encuentran relacionadas con las precipitaciones intensas y de larga duración que aumentan de manera considerable los caudales de ríos, siendo muchos de ellos, factores de desbordamiento que generan anegamientos (IEE y MAGAP, 2017).

Regímenes de humedad del suelo. Los estados de humedad se definen a través de la disponibilidad de agua para el desarrollo de las plantas y su crecimiento (Soil Survey Staff, 1993), mediante los parámetros indicados en la Tabla 14, que reúne las características de los diferentes regímenes de humedad del suelo del Ecuador.

Tabla 14*Características de los regímenes de humedad del suelo (RHS)*

Régimen de humedad del suelo	Número de meses ecológicamente secos		Precipitaciones (mm)	
	Costa	Sierra	Costa	Sierra
Arídico	>11	>10	<500	<600
Ústico	8 a 11	4 a 10	500 – 2 000	600 – 1 000
Údico	1 a 8	1 a 4	1 500 – 3 000	<1 000
Perúdico	0	0	>3 000	>1 000

Fuente: (Winckell et al., 1997)

Además, estos regímenes que se encuentra relacionado con la información climática, y los meses secos (IEE y MAGAP, 2017). En Tabla 15, se describe el régimen de humedad del suelo establecidas por las clases de uso de suelo.

Tabla 15*Clases de capacidad de uso de la tierra por RHS*

Clases	Régimen de humedad del suelo
I	Údico
II	Údico y Ústico
III	Údico y Ústico
IV	Údico y Ústico
V	Cualquiera
VI	Údico, Ústico y Perúdico
VII	Údico, Ústico, Perúdico y Arídico
VIII	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Regímenes de temperatura del suelo. Esta variable depende de la altitud, latitud, vegetación, diferencia de horarios (diurno y nocturno), y época del año (IEE y MAGAP, 2017). De manera que, la temperatura incide frente a los periodos de crecimiento de las plantas, debido a la cantidad de humedad que existe e influye en la velocidad a la que el suelo se enfría y se calienta, ocasionando un fuerte impacto

sobre los suelos (humificación, procesos de compactación, y contaminación) (De la Rosa, 2008), como se detalla en la Tabla 16, en donde se identifica las zonas de temperatura en base a las clases ya identificadas.

Tabla 16

Clases de capacidad de uso de tierra por RTS

Clases	Zonas de Temperatura
I	Isohipertérmico e isotérmico
II	Isohipertérmico e isotérmico
III	Isohipertérmico e isotérmico
IV	Isohipertérmico e isotérmico
V	Isohipertérmico e isotérmico
VI	Isohipertérmico, isotérmico e isoméxico
VII	Isohipertérmico, isotérmico e isoméxico
VIII	Cualquiera
VIII	Cualquiera

Fuente: Hace referencia a la temperatura media del suelo, de tal manera que: Isotérmico es \geq de 15°C y $<$ 22°C; Isoméxico es \geq de 8°C y $<$ 15°C; Isohipertérmico es 22°C o mayor. (IEE y MAGAP, 2017).

Etapa 2: Definición de parámetros. Se estableció en función de las variables seleccionadas en la etapa 1 (pendiente, profundidad, textura, pedregosidad, salinidad, toxicidad, drenaje, periodos de inundación, regímenes de humedad, y temperatura del suelo) y la categoría variable de las ocho clases de uso (Tabla 17). Las cuatro primeras clases (I a IV), hacen referencia al uso de la tierra para uso agrícola arable, y las clases (VI a VIII), señalan el aprovechamiento de pastos y conservación de vegetación. Es importante destacar que la clase V presenta limitaciones fuertes, por lo tanto, tiene poco riesgo de erosión.

Tabla 17

Parámetros para definir la capacidad de uso de la tierra (CUT)

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 a ligeras		Con limitaciones de ligeras a moderadas		Con limitaciones fuertes muy fuertes	Con limitaciones muy fuertes		
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Erosión	Pendiente % (x)	≤ 5	≤ 12	≤ 25	≤ 40	≤ 12	≤ 70	≤ 100	Cualquiera
	Profundidad efectiva (cm) (y*profe=y)	> 100	> 50	> 20	> 20	Cualquiera	> 20	> 20	Cualquiera
	Textura superficial (tex)(y*tex=z)	Grupo 1 y 2	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2 y 3	Grupo 1, 2 y 3	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Suelo	Pedregosidad (%) (z*Pedre=pedre)	≤ 10	≤ 25	≤ 25	≤ 25	≤ 50 (hasta frecuente)	≤ 25 (hasta pocas)	≤ 75 (hasta abundantes)	Cualquiera
	Salinidad (dS/m)	< 2	< 2	≤ 4 (ligeramente salino)	≤ 4 (ligeramente salino)	≤ 16 (hasta muy salino)	≤ 16 (hasta muy salino)	≤ 16 (hasta muy salino)	Cualquiera
	Toxicidad	Sin o nula	Sin o nula y ligera	Sin o nula, ligera y media	Sin o nula, ligera y media	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
	Drenaje	Bueno	Bueno y moderado	Excesivo, moderado y bueno	Excesivo, moderado y bueno	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera	Cualquiera
Humedad	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
	Regímenes de humedad del suelo	Údico	Údico y Ústico	Údico y Ústico	Údico y Ústico	Cualquiera	Údico, Ústico y Perústico	Údico, Ústico, Perústico y Arídico	Cualquiera
Climático	Regímenes de temperatura del suelo	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico e isotérmico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Isohipertérmico, isotérmico e isomésico	Cualquiera

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

Con base en los parámetros establecidos por el IEE y MAGAP (2017), se identificó la potencialidad del suelo mediante la relación de las distintas clases agroecológicas y la aptitud del suelo, como se detalla en la Tabla 18, siendo los factores limitantes para cada clase.

Tabla 18

Clases agroecológicas y aptitud del suelo

Clases agroecológicas	Aptitud del suelo
Agricultura y otros usos arables	
Clase I	No presentan limitaciones siendo aptos para un laboreo continuo recomendado para cultivos limpios anuales.
Clase II	Ligeras restricciones siendo aptos para un laboreo continuo recomendado a cultivos anuales o de dos cosechas por año.
Clase III	Limitaciones ligeras a moderadas siendo aptos para cultivos anuales, pastos, praderas, cultivos perennes y bosques.
Clase IV	Limitaciones ligeras a moderadas siendo aptos para un laboreo ocasional recomendado para cultivos de cosecha anual, pastos, praderas, bosques o cultivos perennes.
Tierras de uso limitado o no adecuadas para cultivos	
Clase V	Limitaciones fuertes siendo aptos para vegetación natural, praderas o bosques.
Tierras de aprovechamiento forestales o con fines de conservación, no arables	
Clase VI	Limitaciones muy fuertes siendo aptos para pastos y vegetación arbórea.
Clase VII	Muy fuertes limitaciones por lo que son aptos para praderas, bosques y protección de cuencas hidrográficas.
Clase VIII	Limitaciones muy fuertes siendo aptos para protección de cuencas hidrográficas a través de restauración, abastecimiento de agua y recreación.

Fuente: (Antón, 2010; Álvarez y Mora, 2017; IEE y MAGAP, 2017)

3.2.2 Fase II: Análisis de los conflictos de uso de suelo

Definición de categorías. Para este análisis se utilizaron mapas de capacidad de uso, conjuntamente, con el de cobertura vegetal, lo que permitió establecer el tipo de conflicto de uso. De manera que, la capacidad de uso determina la vocación del suelo para usos agropecuarios y forestales, según las limitaciones del clima, relieve y pendientes. En cambio, la cobertura vegetal permite reconocer la relación de las actividades antrópicas con respecto al uso del suelo (Cruz, 2014).

Además, esto permite identificar si el conflicto existente se debe a las actividades que generan desaprovechamiento en su uso y no son aprovechados al máximo la potencialidad natural del suelo (CLIRSEN y MAGAP, 2011). Las categorías de la matriz de decisión permiten identificar los conflictos de uso que se describen a continuación:

Uso adecuado (UA). Área donde el uso actual se encuentra en concordancia con la capacidad de uso del suelo, garantizando la sustentabilidad del recurso, el cual, permite realizar actividades de uso de suelo adecuadas y relacionados con la capacidad productiva natural del suelo. Dependiendo de la clase agroecológica pueden mostrarse como cultivos, pastos o vegetación natural (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2002).

Subutilizado (SUB). Áreas donde el uso actual no corresponde a su potencialidad, ya que las actividades que se desarrollan son de uso inferior a la aptitud del suelo, como un recurso productivo, considerando, como base a las clases agrológicas (CLIRSEN y MAGAP, 2011).

Sobreutilizado (SBU). Área donde el uso actual no está en concordancia con la capacidad de uso, las actividades que se desarrollan están siendo explotadas de manera que afecta al recurso suelo, que puede ser por distintos factores, como: las inadecuadas prácticas agropecuarias, la utilización de ecosistemas frágiles, y la falta de un ordenamiento territorial, que genera degradación al recurso suelo por Sobreexplotación. De tal manera, que el uso actual está sobrepasando su capacidad

productiva, las que son incompatibles al uso principal, teniendo grandes riesgos de tipo ecológico y social (IGAC, 2002).

Análisis de la matriz de conflicto de uso. El análisis se realizó a través de la tabla bidimensional de decisión, considerando las unidades cartográficas de cobertura, uso actual, y las clases de capacidad o uso potencial, determinando así las diferentes categorías de conflicto y su respectiva intensidad. En la Tabla 19, se detalla el uso compatible acorde a la aptitud del uso adecuado del suelo y la relación a las características de productividad, conservación y preservación de los recursos (IEE, 2018). Es decir, se presenta la relación entre tipo de cobertura vegetal y la capacidad de uso de suelo en la que ésta se encuentra. En este sentido, la determinación de los conflictos no implica un análisis de carácter ecológico de cada tipo de cobertura, solo relaciona la capacidad de uso del suelo con la cobertura vegetal presente en él.

Tabla 19

Matriz de decisión para determinar los conflictos de uso

Uso y cobertura	Clases de capacidad de uso							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Nivel III y Temporalidad								
Bosque nativo	SUB	SUB	SUB	SUB	UA	UA	UA	UA
Cultivo anual	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs	SBs
Cultivo semipermanente	UA	UA	UA	UA	SBI	SBI	SBs	SBs
Cultivo permanente	UA	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs
Mosaico agropecuario anual	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs	SBs
Mosaico agropecuario semipermanente	UA	UA	UA	UA	SBI	SBI	SBs	SBs
Mosaico agropecuario permanente	UA	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs
Misceláneo indiferenciado	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs	SBs
Mosaico agropecuario temporalidad no aplicable	UA	UA	UA	SBI	SBm	SBm	SBs	SBs
Pastizal anual	SUB	SUB	SUB	UA	UA	SBI	SBs	SBs
Pastizal permanente	SUB	SUB	SUB	UA	UA	UA	SBm	SBm
Plantación forestal	SUB	SUB	SUB	UA	UA	UA	SBI	SBm

Tierra en transición	SUB	SUB	SUB	SUB	SBm	SBs	SBs	SBs
Vegetación arbustiva	SUB	SUB	SUB	SUB	UA	UA	UA	UA
Vegetación herbácea	SUB	SUB	SUB	SUB	UA	UA	UA	UA

Fuente: UA; uso adecuado, SUB; subutilizado, SBI; sobreutilizado ligero, SBm; Sobreutilizado moderado, SBs; Sobreutilizado severo (IEE, 2018).

Sin embargo, para la clasificación con conflicto se unificó la categoría sobreutilizado ligero, moderado, y severo a una sola categoría, denominándole como: sobreutilizado.

De acuerdo al procedimiento anterior, se obtuvo un mapa de conflictos de uso del suelo en el área de estudio. Este mapa permitió analizar los conflictos identificados, lo que aportó información clave para el diseño de las estrategias de conservación para el ecosistema páramo. Este análisis se realizó mediante la superposición del mapa de uso y cobertura de suelo con el mapa de aptitud de suelo a través del programa ArcGis.

3.2.3 Fase III. Diseño de estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados

Percepciones de las comunidades. Gómez (2008), indica que la encuesta es la técnica más utilizada, debido a que proporciona información objetiva y verificable, como opciones que implican por parte del encuestado una toma de posición subjetiva. Por otra parte, la encuesta es una base fundamental para la corroboración de la información levantada y priorizar las necesidades (percepciones) de los habitantes (Anexo 1.1), la que permite la elaboración de estrategias para la conservación del páramo.

Para realizar las encuestas y optimizar recursos se determinó una muestra representativa para cada parroquia. Mariano Acosta cuenta aproximadamente con 1544 habitantes y Angochagua con 3017 habitantes, determinando el tamaño de la muestra con la siguiente fórmula (Fernández, 1996):

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

Donde,

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

Z²= 1.96² (si la seguridad es del 95%), llamado también como nivel de confianza.

P= Proporción esperada (en este caso 5% = 0.5)

q= 1-p (en este caso 1-0.05=0.95). Probabilidad de éxito.

D= Precisión (en este caso deseamos un 3%). Probabilidad de fracaso.

$$n = \frac{3017 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.03^2(3017 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

Angochagua; n =190

$$n = \frac{1544 * 1.96^2 * 0.05 * 0.95}{0.03^2(1544 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

Mariano Acosta; n =179

Mediante Decreto Ejecutivo No. 1291, el presidente de la Republica del Ecuador declara estado de excepción, por 28 días, en 16 provincias por calamidad pública ante la propagación del COVID-19. Frente a ello, y para evitar posibles contagios se consideró el método cualitativo de *Key Speakers*, a fin de, conseguir información a través de presidentes parroquiales y dirigentes comunales de las respectivas parroquias. En donde, se utilizó la herramienta Microsoft Forms, que permite realizar encuestas en línea y analizar datos integrados.

Zonificación de potencialidad del suelo. Las estrategias se realizaron en dos enfoques metodológicos, que se detallan a continuación:

Metodología de la zonificación por aptitud del suelo. Reside en dividir el territorio en diferentes zonas, asignándole diferentes categorías de uso de acuerdo con el uso actual o potencial de sus recursos naturales y culturales (Columba, 2013). Para ello, se realizó la representación cartográfica en el software ArcGIS, la que permitió

identificar las zonas propuestas para el manejo y conservación del páramo de tal manera que, consistirá en minimizar los impactos negativos y asegurar la conservación de los recursos naturales presentes en el área de estudio. Es decir, mediante el mapa de uso y cobertura de vegetal del área de estudio y el mapa de aptitud de suelo a través del programa ArcGis se realizó la zonificación por aptitud del suelo.

Posteriormente, se identificó a involucrados internos y externos que tengan conexión con las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta que serán beneficiarios con el estudio, tales como: autoridades gubernamentales y no gubernamentales, habitantes y dirigentes de las parroquias y servidores públicos.

Además, Columba (2013), hace referencia a los nombres más usados de las zonas en base al Manual para la Gestión Operativa de las Áreas Protegidas. Esta denominación permite la localización y el establecimiento de las normas de uso y control de programas de intervención.

Metodología estratégica (FODA). Un modelo que permite definir estrategias basado en los factores externos (Oportunidades y Amenazas) y factores internos (Fortalezas y Debilidades). El FODA analiza los diferentes aspectos de carácter estratégico que son utilizados para seleccionar los problemas prioritarios que posteriormente, son la base para los lineamientos, objetivos y soluciones estratégicas (Rodríguez y Briones, 2019). Además, se realizó un cruce de esta información orientado a mitigar y reducir la afectación de los problemas generados por las actividades antrópicas en áreas de conservación (Posso, 2011).

3.3 Materiales y equipos

A continuación, se describe los materiales y equipos que se utilizaron para el desarrollo del presente estudio, se detallan en la siguiente, Tabla 20.

Tabla 20

Materiales y equipos para utilizarse en el estudio

Materiales de campo	Materiales de oficina	Equipos
Libreta de campo	Software ArcGIS	Navegador GPS
Botas de caucho	Imagen satelital	Computador portátil
		Impresora
		Cámara fotográfica
		Vehículo

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

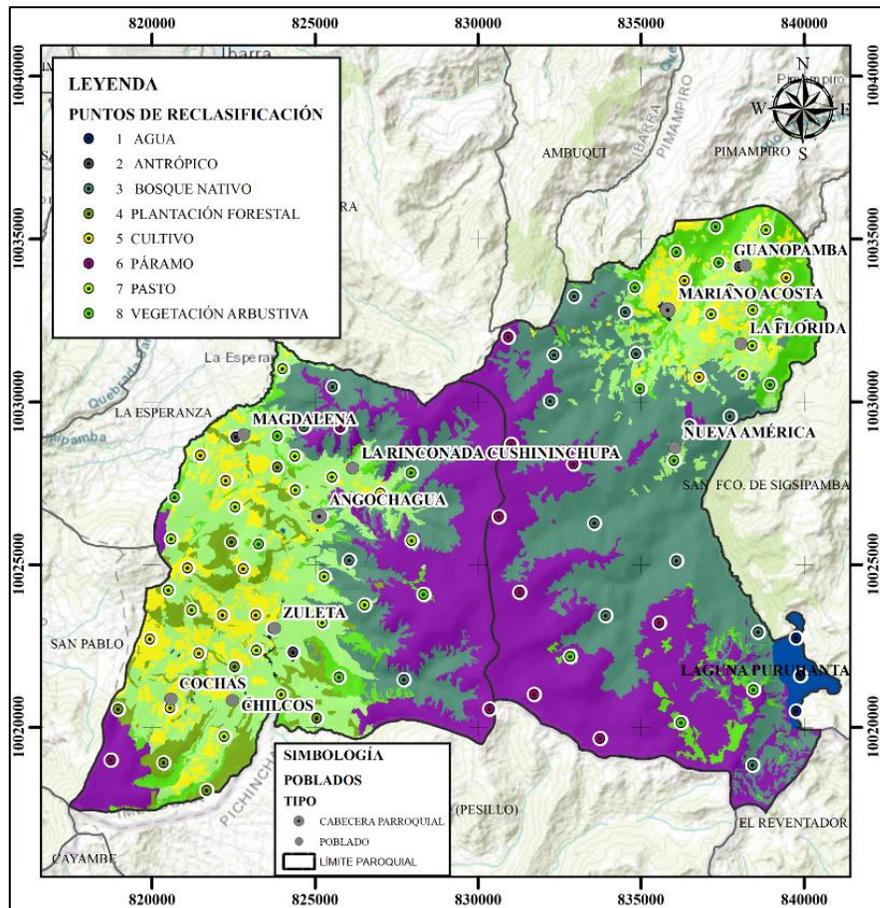
4.1 Determinación de la cobertura vegetal y el uso potencial del suelo

4.1.1 Validación de la clasificación supervisada

Se obtuvo un nivel de seguridad de 95% y una precisión del 10%. De esta manera, la matriz de confusión registró un porcentaje de precisión de 97.89% y una fiabilidad de 0.97%. Por consiguiente, la valorización del índice Kappa refleja un grado de acuerdo o concordancia “casi perfecto”. De modo que, el porcentaje de fiabilidad muestra el grado de ajuste del modelo con la realidad (*in situ*), lo que evidencia una alta correlación con los datos de cobertura vegetal observados en campo (Anexo 3.1). La distribución de los puntos de control con los que se realizó la validación se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Verificación de clases identificadas de las parroquias



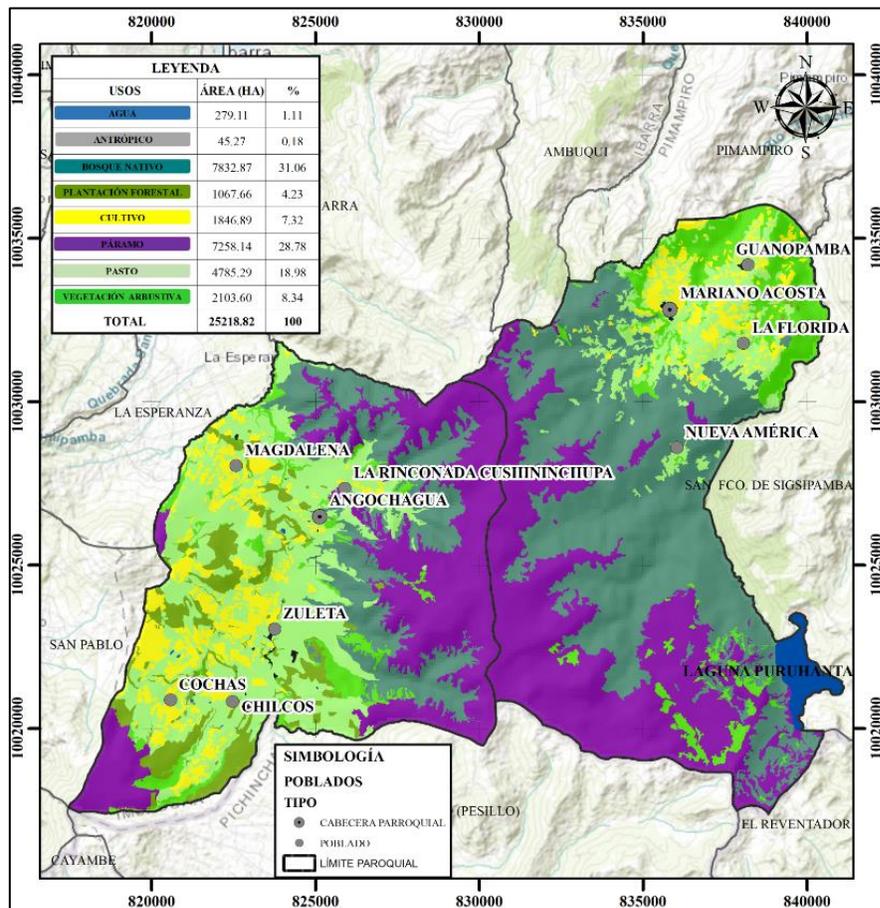
4.1.2. Descripción de unidades de cobertura vegetal

La cobertura vegetal con mayor extensión en el área de estudio corresponde al bosque nativo con el 31.06%, seguida del páramo con el 28.78%, vegetación arbustiva con el 8.34% y agua con el 1.11%, las que ocupan un 69.29% de la superficie total del área estudiada. Por tal motivo, a partir del año 2001 el Gobierno Provincial de Imbabura y las diferentes autoridades competentes presentan el interés en rescatar la conservación adecuada de la vegetación natural mediante la implementación de sistemas de pagos para la protección y conservación de bosques nativos y páramos, frente al avance de la frontera agrícola por ser el principal medio de subsistencia (Clavijo y Granja, 2016).

Por otra parte, el 30.71% restante concierne a superficies de suelo destinadas a actividades antrópicas (Figura 7), tales como: actividades agrícolas (7.32%) y pecuarias (18.98%), plantaciones forestales (4.23%), y asentamientos poblacionales (0.18%). De manera que el porcentaje de intervención antrópico es bajo, pero no menos importante. Por esta razón, los Gobiernos Autónomos Descentralizados de Angochagua y Mariano Acosta (2015), manifiestan gran preocupación por dichas actividades que causan la degradación y salinización del suelo, contaminación por plaguicidas, fertilizantes químicos, deforestación y pérdida de la diversidad genética. Frente a ello, se desarrollan proyectos de organización social y comunitaria para vigilar y garantizar el manejo de los páramos.

Figura 7

Cobertura vegetal de Angochagua y Mariano Acosta



El cuerpo de agua natural posee el 1.08%, que corresponde a la laguna de Puruhanta, ubicada en la parroquia de Mariano Acosta, la que pertenece al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (Parque Nacional Cayambe Coca). Mientras que el 0.03% de la superficie pertenece a reservorios de captación para distribución de agua de riego para las diferentes comunidades de la parroquia Angochagua, y otros son de uso privados pertenecientes a fincas o haciendas (Tabla 21).

Tabla 21

Superficie y porcentaje de las coberturas vegetales

Uso	Cobertura vegetal	Área (Ha)	%
Agua	Cuerpo de agua natural	271.45	1.08
	Albarrada /reservorio	7.66	0.03
Antrópico	Cementerio	0.93	0.01
	Centro poblado	30.76	0.12
	Casa de hacienda	13.58	0.05
Bosque nativo	Bosque húmedo muy alterado	37.05	0.15
	Bosque húmedo poco alterado	7719.42	30.61
	Bosque nativo	76.40	0.30
Plantación forestal	Eucalipto (<i>Eucalyptus melliodora</i>)	919.27	3.65
	Pino (<i>Pinus patula</i>) y (<i>Pinus radiata</i>)	148.38	0.58
Cultivo	Cebada (<i>Hordeum vulgare</i>)	194.43	0.77
	Cebolla blanca (<i>Allium fistulosum</i>)	2.68	0.01
	Chocho (<i>Lupinus mutabilis</i>)	2.70	0.01
	Arveja (<i>Pisum sativum</i>)	42.97	0.17
	Avena forrajera (<i>Avena sativa</i>)	90.71	0.36
	Granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>)	0.02	0.01
	Haba (<i>Vicia faba</i>)	14.73	0.06
	Limón (<i>Citrus limon</i>)	1.73	0.01
	Maíz (<i>Zea mays</i>)	557.76	2.21
	Maíz (<i>Z. mays</i>)-arveja (<i>P. sativum</i>)-cebada (<i>H. vulgare</i>)-fréjol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)–haba (<i>V. faba</i>)	188.24	0.75
	Misceláneo de cereales	109.79	0.44

	Misceláneo de ciclo corto	185.28	0.73
	Mora (<i>Rubus ulmifolius</i>)	3.61	0.01
	Papa (<i>Solanum tuberosum</i>)	166.44	0.66
	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i>)	43.14	0.17
	Taxo (<i>Passiflora tarminiana</i>)	1.51	0.01
	Tierra agrícola sin cultivo	0.02	0.01
	Tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>)	1.92	0.01
	Trigo (<i>Triticum sp.</i>)	237.69	0.94
	Uvilla (<i>Physalis peruviana</i>)	1.51	0.01
Páramo	Páramo herbáceo	116.47	0.46
	Paramo arbustivo poco alterado	524.48	2.08
	Paramo herbáceo poco alterado	6617.20	26.24
Pasto	Pasto común (<i>Brachiaria decumbens</i>)	4495.62	17.83
	Pasto cultivado con presencia de arboles	157.68	0.63
	Pasto cultivado con presencia de maíz	131.98	0.52
Vegetación arbustiva	Vegetación arbustiva	127.16	0.50
	Vegetación herbácea húmeda muy alterada	473.89	1.88
	Vegetación herbácea seca muy alterada	727.22	2.88
	Matorral húmedo medianamente alterado	284.38	1.13
	Matorral húmedo muy alterado	414.76	1.64
	Matorral húmedo poco alterado	30.57	0.13
	Matorral seco medianamente alterado	45.63	0.18
Total		25218.82	100

El pasto es el cultivo de primera actividad considerado y utilizado para el aprovechamiento productivo ganadero, ya que se registra en el 18.98% del área de estudio. Esta cobertura vegetal es utilizada como suplemento natural de nutrición y alimento para el ganado (bovino, caprino, entre otros) (Figura 8). Según datos recolectados de las encuestas, el 47% de los habitantes se dedica a las actividades agropecuarias y el 35% a las actividades agrícolas, esto se debe a que contribuye a la seguridad alimentaria y forma parte de los ingresos económicos para el sustento familiar. Por esta razón, la FAO (2019) considera a la ganadería un factor clave para

el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria a largo plazo. Así mismo, la FAO proporciona herramientas que pueden ser adaptadas a mejores prácticas y reducir sus impactos ambientales, es decir, ser más eficientes en el uso del recurso.

Figura 8

Áreas de pasto (B. decumbens) cultivado en la parroquia de Angochagua



Entre las especies más representativas de la cobertura pasto, se encontraron las siguientes: pasto común (*B. decumbens*), avena forrajera (*A. sativa*), y kikuyo (*P. clandestinum* Lam.). Además, de la producción ganadera se obtiene productos para la alimentación humana, como los siguientes derivados: quesos, leche y carne. Para el sector industrial se destina lana, cuero y fibra, con el fin, de fabricar diferentes artículos.

Como segunda actividad de aprovechamiento productivo se encuentra la agricultura (Figura 9). Entre los principales cultivos con mayor extensión de siembra se encuentran: el maíz (*Z. mays*) con el 2.21%, trigo (*Triticum sp.*), 0.94%, cebada (*H. vulgare*), 0.77%, y papa (*S. tuberosum*), 0.66%. En referencia a la información recolectada a los encuestados, el cultivo de papa (*S. tuberosum*), posee el mayor porcentaje de siembra, con el 20%, seguido del haba (*V. faba*) y maíz (*Z. mays*) con el

15%, arveja (*P. sativum*) el 13%, y cebada (*H. vulgare*), con el 9%. Es decir, que de acuerdo con la ubicación, altura y condiciones climáticas se producen ciertas variedades de productos. Como resultado de la cosecha se obtiene frutos, semillas, y granos, mismos que, son utilizados para el consumo humano, y comercializado a otros sectores o ferias locales.

Figura 9

Cultivo de maíz (Z. mays) en la parroquia de Angochagua



La plantación forestal registra su presencia en el 4.23% del territorio. Este está conformado por eucalipto (*E. melliodora*) en un 3.65% y pino (*P. radiata*) en un 0.58%. Estas especies son utilizadas para el aprovechamiento de producción maderable o como setos entre cultivos. En esta misma línea, Maza (2009), señala a las plantaciones forestales como especies exóticas de gran amenaza para la biodiversidad, lo que afecta a los páramos y a los bosques nativos, y por ende genera la alteración del equilibrio ecológico. Además, se evidenció un mal manejo en el páramo de Cochas en la parroquia de Angochagua, ya que existe la presencia de pequeños remanentes de pino (*P. radiata*) lo que puede ocasionar la desaparición de la fauna y flora que inicialmente habitó en estas áreas (Figura 10).

Figura 10

*Remanentes de árboles de pino (*P. radiata*) en áreas de páramo de la parroquia de Angochagua*



De acuerdo al estudio realizado por Martínez (2009), en el sector de Zuleta la vegetación natural posee el 39.1% y las actividades antrópicas ocupan el 60.8%, la cual, cubre a las zonas agrícolas, ganaderas y plantaciones forestales. Por el contrario, en el presente estudio se evidenció que las actividades antrópicas ocupan el 30.71%, las que se encuentran en un rango de 2600 a 3500 m s.n.m., mientras que la vegetación natural posee un 69.29%. Además, la publicación realizada por MAGAP et al. (2015), en el cantón de Pimampiro, detalla que la mayoría de las actividades agropecuarias se encuentran en un rango entre los 2400 y 2800 m s.n.m., con un aproximando de 1 643 ha destinadas a pastos cultivados.

4.1.3 Descripción de unidades de capacidad de uso de suelo

Con base en las clases agroecológicas y a las diferentes unidades de manejo se detallan las clases de uso del suelo presentes en el área de estudio, en términos de superficie, porcentaje de ocupación y la respectiva caracterización (Tabla 22).

Tabla 22*Descripción de las clases agrológicas de capacidad de uso de suelo*

Capacidad de uso de suelo					
Capacidad de uso	Limitaciones	Clases agrológicas	Área (ha)	Descripción	Aptitud
Tierra de uso agrícola	Limitaciones ligeras	Clase II	783.70	Pendientes muy suaves de 2 a 5% Profundidades efectivas moderadas de 50 a 100 cm Textura superficial del grupo textural G1 y G2 (franco y franco arcilloso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico Régimen de humedad del suelo údico	Apto para el sistema de labranza
		Clase III	733.39	Pendientes suaves de 5 a 12% Profundidades efectivas moderadamente profundo de 50 a 100 cm Textura superficial del grupo textural G1 y G2 (franco, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico Régimen de humedad del suelo údico	
	Limitaciones moderadas	Clase IV	521.15	Pendientes medias de 12 a 25% Profundidades efectivas moderadamente profundo de 50 a 100 cm Textura superficial del grupo textural G1 y G2 (franco, franco arenoso, franco arcilloso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico Régimen de humedad del suelo údico	
Tierra de uso limitado o no óptimo para cultivos	Limitaciones fuertes a muy fuertes	Clase V	72.72	Pendientes suaves de 5 a 12% Profundidad superficial de 10 a 20 cm a poco profundo de 20 a 50 cm Textura superficial del grupo textural G1 y G2 (franco, franco arenoso, franco arcilloso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico Régimen de humedad del suelo údico y ústico.	Apto para el sistema de labranza con limitaciones
Tierras de aprovechamiento	Limitaciones fuertes	Clase VI	3 039.71	Pendientes medias de 12 a 25% y media a fuertes de 25 a 40%	Apto para aprovechamiento

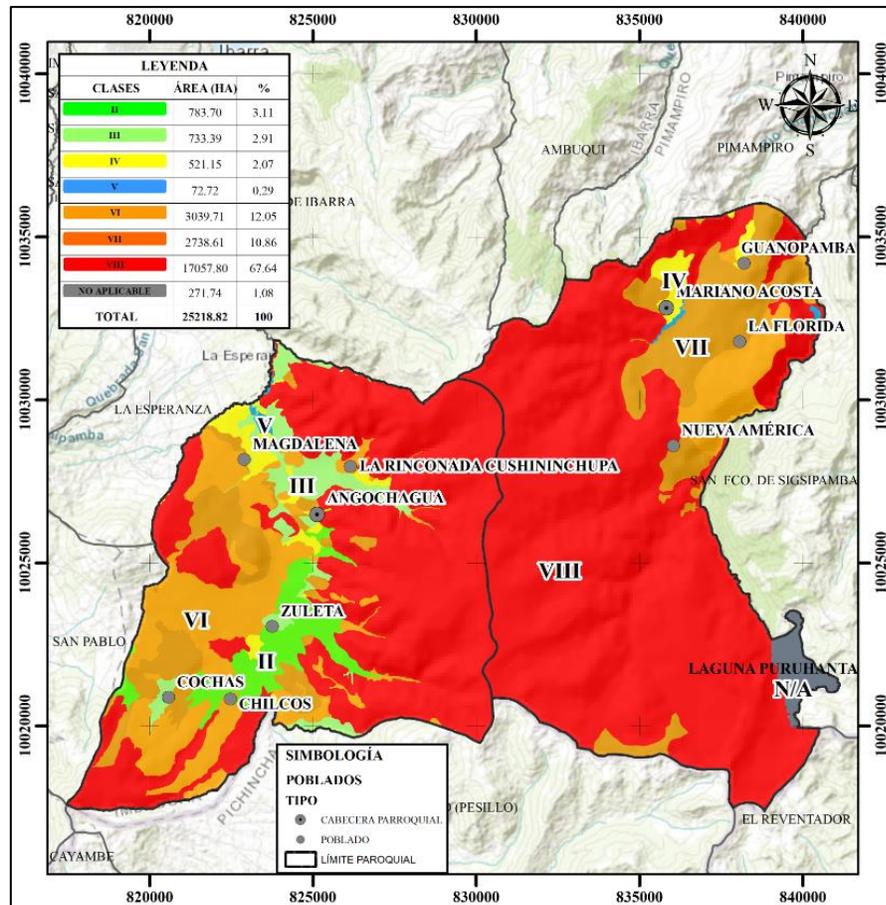
forestal o con fines de conservación		Profundidad moderadamente profunda de 50 a 100 cm y profundo de 100 cm Textura superficial del grupo textural G1 y G2 (franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso y franco arcillo-arenoso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico e isomésico Régimen de humedad del suelo údico	forestal
Clase VII	2 738.61	Pendientes fuertes de 40 a 70% Profundidad poco profunda de 20 a 50 cm y moderadamente profundo de 50 a 100 cm Textura superficial del grupo textural G1, G2 y G3 (franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso y arcilloso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico e isomésico	Apto para la protección de especies endémicas
Clase VIII	17 057.80	Pendientes muy fuertes de 70 a 100%, escarpada de 100 a 150% y muy escarpada de 150 a 200% Profundidad poco profunda de 20 a 50 cm y profundo de 100 cm Textura superficial del grupo textural G1, G2 y G3 (franco, franco arenoso, franco limoso, franco arcilloso, franco arcillo-arenoso y arcilloso) Régimen de temperatura del suelo isotérmico e isomésico Régimen de humedad del suelo údico y ústico.	Apto para la conservación de los recursos naturales

Fuente: (IEE y MAGAP, 2017)

La clase VIII cubre la mayor parte del área de estudio, con el 67.64%, distribuido en la parte central y de norte a sur de las parroquias (Figura 11). Esta clase se caracteriza por presentar temperaturas muy frías ($\geq 8^{\circ}\text{C}$) que corresponde al régimen de temperatura isomésico, siendo un clima propio de los páramos con condiciones extremas y desfavorables para los sistemas de labranza, de manera que son áreas de enfoque netamente de conservación. En este sentido, el IEE (2018), identificó las clases agrológicas en la Reserva de Producción de Fauna Cuyabeno, donde determinaron el uso limitado a las actividades agrícolas, identificando tres tipos de clase (V, VI y VIII) destinadas al aprovechamiento forestal y conservación del área netamente natural, de modo que, proporciona beneficios ecosistémicos a la reserva.

Figura 11

Capacidad de uso del suelo de Angochagua y Mariano Acosta



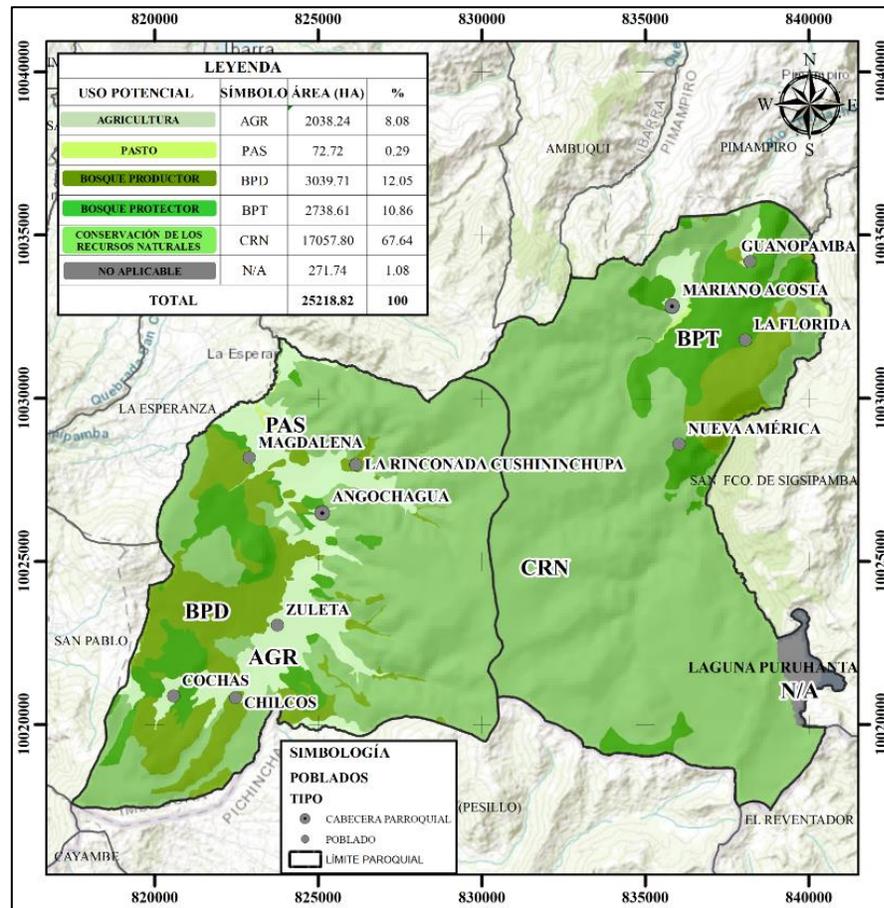
La clase V corresponde al área de menor porcentaje, con el 0.29% de la superficie total del área de estudio, donde su uso está limitado para actividades agrícolas. De igual manera, el IEE (2018), identificó el porcentaje y limitaciones de uso en el cantón Ibarra, predominando la clase V con el 50.01%. Debido a los hallazgos determinados, tales como: pedregosidad de 25 a 50%, pendientes mayores al 12% y profundidad efectiva de 10 a 20 cm, dificultan la labranza para el desarrollo de actividades agrícolas. Cabe destacar, que la clasificación propuesta por el Sistema Americano (USDA) no incluye los cuerpos de agua, por lo tanto, el 1.08% se clasifica como “no aplica”.

4.1.4 Uso potencial del suelo

En la Figura 12, se indica los cinco usos potenciales del suelo establecidas por el IEE (2017) con base en las clases agrológicas del Sistema Americano (USDA). De modo que varios estudios estiman que conocer la potencialidad natural y las limitaciones del uso del suelo permite mejorar los rendimientos actuales, sin perturbar las condiciones naturales del suelo. Esto con el fin de proveer a la población de una capacitación, en busca de alternativas con nuevas actividades que no generen daños irreversibles en el medio ambiente (Merlo et al., 2010; Cruz, 2014).

Figura 12

Uso potencial de Angochagua y Mariano Acosta



El 67.64% del área de estudio corresponde a la conservación de los recursos naturales, el cual presenta limitaciones críticas referentes a las condiciones geográficas de la clase VIII. Cabe señalar que Álvarez y Mora (2017), indican que esta categoría es apta para la protección de cuencas hidrográficas y páramos, siendo origen de abastecimiento de agua. En cuanto al bosque productor, este ocupa el 12.05% y está clasificado dentro de la clase VI, de la cual se obtiene el aprovechamiento forestal. El bosque protector posee una superficie del 10.86% perteneciente a la clase VII destinado a la protección de especies endémicas de flora y fauna.

Por otra parte, las actividades agrícolas ocupan el 8.08%, correspondiente a las clases II, III y IV, que hace referencia a los suelos aptos para el desarrollo de cultivos y pastos. El pasto posee el 0.29% de extensión, es decir que pertenece a la clase V, la cual, presenta limitaciones fuertes por lo que requiere de un manejo adecuado para evitar el riesgo de erosión y desgaste del suelo. Esta clase limita el uso de cultivos anuales, permanentes y semipermanentes intensivos, tal como lo indica Cruz (2014), en su estudio realizado en la provincia de Santa Elena.

De la comparación realizada entre los datos obtenidos de la cobertura vegetal y del uso potencial del suelo en el área de estudio, se observa que cuenta con zonas correctamente utilizadas, las que se encuentran de acuerdo con la aptitud natural del suelo, por lo que se determina que hay evidencia de conservación. Los resultados del presente estudio están en concordancia con los reportados por Álvarez y Mora (2017), donde determinaron que el 45.11% corresponde a la conservación de vegetación natural y el 34.50% equivale a los bosques para la protección de cuencas hidrográficas. De esta manera, hacen énfasis en las áreas destinadas a la conservación, que podrían ser potenciadas con nuevas prácticas sostenibles, es así como, el ecoturismo sería una alternativa apta para mitigar los impactos y proteger estas áreas.

Por otra parte, el 69% de los habitantes encuestados poseen conocimiento de los límites de uso del suelo y clima para el desarrollo de cultivos, mientras que, el 31% desconoce del tema. No obstante, es importante mencionar que este estudio pretende presentar el uso potencial que debería ser optado para el desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, con base en las clases agroecológicas que reflejan los suelos con la limitación de uso para el mismo, a fin de que el recurso suelo sea aprovechado al máximo, sin causar impacto sobre el suelo.

4.2.1 Área sin conflicto

Uso adecuado (UA). Se encuentra representado con un porcentaje del 76.87% de áreas sin ningún conflicto (Tabla 23), áreas que corresponden a usos afines a la potencialidad del suelo. El 54% de encuestados tienen conocimiento sobre el problema que genera el conflicto de uso del suelo, de manera que los habitantes tienen presente el riesgo que causa las actividades agropecuarias.

Tabla 23

Descripción de las actividades sin conflicto en el área de estudio

Área sin conflicto	Simbología	Clases agrológicas	Cobertura vegetal y uso actual	Uso potencial recomendado
Uso adecuado	UA	II, III y IV	Cultivo Pasto	Agrícola Pasto
		V	Pasto	Pasto
		VI	Plantación forestal	Bosque productor
		VII	Vegetación arbustiva Bosque nativo	Bosque protector
		VIII	Vegetación arbustiva Bosque nativo Páramo	Conservación de los recursos naturales

Fuente: (IEE, 2018)

4.2.2 Áreas con conflicto

La población de Angochagua y Mariano Acosta se dedica a la agricultura y ganadería por lo que existe una importante presión sobre el uso de suelos en el área de estudio. A continuación, se analiza los conflictos presentes en el uso actual con relación al uso recomendado (Tabla 24).

Tabla 24*Descripción de las actividades con conflicto en el área de estudio*

Área con conflicto	Simbología	Clases agrológicas	Cobertura vegetal y uso actual	Uso potencial recomendado
Subutilizado	SUB	II y III	Pasto Plantación forestal	Agrícola
		IV	Vegetación arbustiva	Agrícola
Sobreutilizado	SBU	VI	Cultivos	Bosque productor
		VII	Pasto Cultivos	Bosque protector
		VIII	Pasto Cultivos Plantación forestal	Conservación de los recursos naturales

Fuente: (IEE, 2018)

Subutilizado (SUB). Esta categoría posee el 5.29%, de manera que indica que su uso actual está por debajo de los niveles de la aptitud principal del uso del suelo. Es decir, que la potencialidad recomendada está siendo desaprovechada con usos intensivos correspondientes a las plantaciones forestales y pastos cultivados, de hecho, estos suelos generan menos beneficios que aquellos que puedan ser potenciados con fines agrícolas (Figura 14). Además, se evidencia que existe la presencia de vegetación arbustiva, la cual es considerada como producción tradicional adaptadas a fines de interés político y agrícola (IEE, 2018).

Figura 14

*Pasto cultivado y plantación de eucalipto (*E. melliodora*) en suelos con aptitud agrícola*



Sobreutilizado (SBU). Se encuentra distribuido en la parte noreste de Mariano Acosta y al oeste de Angochagua, con el 16.58%. En estas zonas el uso del suelo se encuentra inapropiado con relación a la capacidad de uso y son sobreexplotados. Por lo tanto, se evidencia la presencia de cultivos de maíz (*Z. mays*), papa (*S. tuberosum*), arveja (*P. sativum*), cebada (*H. vulgare*), y trigo (*Triticum sp.*); en áreas con aptitud forestal y destinadas a la conservación de los recursos naturales (Figura 15). Cabe destacar, que los cultivos se encuentran cercanos a las comunidades y colindan con los páramos y bosques nativos, además, estos sectores presentan fuertes pendientes (25% a 50%) (FAO, 2013).

Figura 95

Actividades agrícolas en áreas de conservación para los bosques nativos y páramos



Las actividades de uso pecuario que son realizadas en áreas con aptitud de conservación degradan y fragmentan el hábitat. De modo que los páramos son ecosistemas frágiles ante los daños generados por las actividades de uso pecuario, que ocasiona pastoreo intensivo, pérdida de especies endémicas, contaminación de suelo y agua. En este sentido, varios estudios señalan que, las actividades ganaderas se extienden a estas áreas debido a que cada año aumenta su índice de producción con el 0.62%, con el fin, de cubrir la demanda productiva (Rosero, 2018; Nieto et al., 2014). En otras palabras, si su uso es excedido, los impactos ambientales pueden llegar a ser irreversibles, especialmente con la biodiversidad nativa, resultado de la deforestación.

El estudio realizado por Rivera (1998), indica que el sistema optado por los productores sobre el método convencional de uso del suelo en el ecosistema páramo es una problemática de importancia que se debe a diversos factores, como el uso intensivo de fertilizantes químicos que degradan la mayor parte de vegetación natural. Por lo tanto, es necesario realizar cambios al método convencional de uso del suelo, que minimicen el impacto ecológico dentro de las áreas naturales. En este sentido,

Faustino et al. (2004) sugieren en su publicación la aplicación de métodos alternativos, ya que proporcionan gran ventaja en cuanto a los parámetros que se utilizan para restringir el uso del suelo, en diferentes áreas para promover el uso rentable, y de menor impacto.

La introducción de especies exóticas en la clase VIII es preocupante, ya que son consideradas como especies invasoras que desplazan a la vegetación nativa (Figura 16). Además, en la investigación realizada por Hofstede (1997), menciona que la plantación de pino (*P. radiata*), afecta a los ecosistemas esenciales para la vida de las comunidades y los usuarios del agua potable y riego. Incluso, la hojarasca producida por el pino (*P. radiata*), inmoviliza los nutrientes reduciendo la capacidad de desarrollar los procesos naturales que cumple el suelo y por lo general, los suelos se vuelven ácidos, con escasa humedad y sin materia orgánica. Por esta razón, pierden la capacidad de retención de agua (Ríos, 2013).

Figura 16

Presencia de pinos (P. radiata) en áreas de páramo



Así mismo, Flores (2018), en el estudio realizado en la parroquia de Nono (Quito), sostiene que los bosques nativos y los páramos son susceptibles al avance de la

frontera agrícola y actividades ganaderas, alterando su equilibrio ecológico. Igualmente, en un estudio realizado por la consultora Geografía, Planificación y Desarrollo (GeoPlaDes, 2010), sobre el análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo para los periodos 1990 al 2008, en la provincia de Zamora Chinchipe, permitió identificar una pérdida estimada de 25 000 ha de bosque primario a consecuencias de la expansión de la frontera agrícola y la tala de bosques nativos.

Los datos obtenidos en el área de estudio muestran que Angochagua y Mariano Acosta se acogen a la normativa legal del Artículo 50, Capítulo V: De la Protección y Recuperación de la Fertilidad de la Tierra Rural de Producción emitida por la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales (2018). Por tanto, la Autoridad Ambiental Nacional en coordinación con la Autoridad Agraria son quienes se encargan de regular la limitación de la ampliación de la frontera agrícola, estableciendo los siguientes lineamientos: no se permitirá el avance de la frontera agrícola hacia los páramos no intervenidos sobre los 3300 m s.n.m. de norte del paralelo tres, latitud, sur, y sobre los 2700 m s.n.m. al sur; y en general, en áreas naturales protegidas y particularmente en territorios con alta biodiversidad o que generen servicios ambientales.

De esta manera, la Autoridad Ambiental Nacional indica que se respetará toda actividad agraria existente en las zonas de: páramos, manglares, humedales, bosques nublados, bosques tropicales, secos y de patrimonio natural y cultural. No obstante, debe enmarcarse a un instrumento de manejo zonal que incluya su corresponsabilidad en el control de la ampliación de las actividades agrícolas y protección ambiental que, en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, serán los responsables del cumplimiento de esta ley en materia de protección y recuperación (Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, 2018).

En este sentido, CLIRSEN y MAGAP (2011), hacen referencia a que es necesario implementar prácticas de conservación, cambios de sistemas productivos que controlen y disminuyan la presión existente en el recurso como tal. De manera que,

en el estudio realizado por Ormeño y Vilorio (2016), se creen que la participación de autoridades es necesaria para la toma de decisiones junto a los productores, con el fin de realizar un consenso en cuanto a planes de ordenamiento regional y locales, referente a las actividades que determinan la principal causa de conflicto del suelo.

4.3 Diseño de estrategias para la conservación del páramo mediante los conflictos de uso de suelo identificados

4.3.1 Análisis de las percepciones de los dirigentes de las comunidades sobre la cobertura vegetal y las actividades que se desarrollan en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.

Las encuestas aplicadas con el fin de indagar las percepciones de los dirigentes de las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta sobre la existencia de conflictos de uso de suelo permitieron obtener información amplia sobre la cobertura vegetal y actividades que se desarrollan dentro del territorio. Con base en la información recopilada se obtuvo lo siguiente: la mayor parte de habitantes se encuentran en un rango de edad comprendida entre 31 a 45 años; considerando que el 62% pertenece a la parroquia de Angochagua y el 38% pertenece a la parroquia de Mariano Acosta, donde los pobladores se dedican principalmente en un 47% a la agricultura y el 35% a la actividad agropecuaria.

En cuanto a los principales cultivos que son producidos por los habitantes se menciona a la papa (*S. tuberosum*), haba (*V. faba*), maíz (*Z. mays*), arveja (*P. sativum*), y cebada (*H. vulgare*); el 38% de los pobladores posee una superficie estimada de una hectárea de propiedad en tenencia de tierra y el 31% posee extensiones mayores a una hectárea que son destinados a cultivos de ciclo corto y pastizales (Anexo 1.2). Por lo tanto, el 69% de los encuestados conocen las limitaciones del suelo y el clima para cultivar según la aptitud del suelo y el 31% desconoce las limitaciones de uso; el 53% respondió que el agua de lluvia se utiliza

para el riego de los cultivos, el 20% posee reservorios comunitarios y el 13% utiliza el agua potable para el riego de los cultivos.

Además, el 54% de los dirigentes tienen conocimiento sobre el uso potencial y conflictos del suelo y el 46% no tiene conocimiento de la aptitud y conflictos de uso. En cuanto, a las afectaciones que se han evidenciado en los años 2018 al 2020 en los páramos del área de estudio, corresponde a los incendios con el 53% ya que son los principales causantes de la destrucción del páramo, especialmente en época seca; el 16% se refiere a la deforestación, el 16% por la introducción de plantas exóticas, principalmente de eucalipto (*E. melliodora*) y pino (*P. radiata*); y finalmente, el 16% seleccionó a la apertura de caminos.

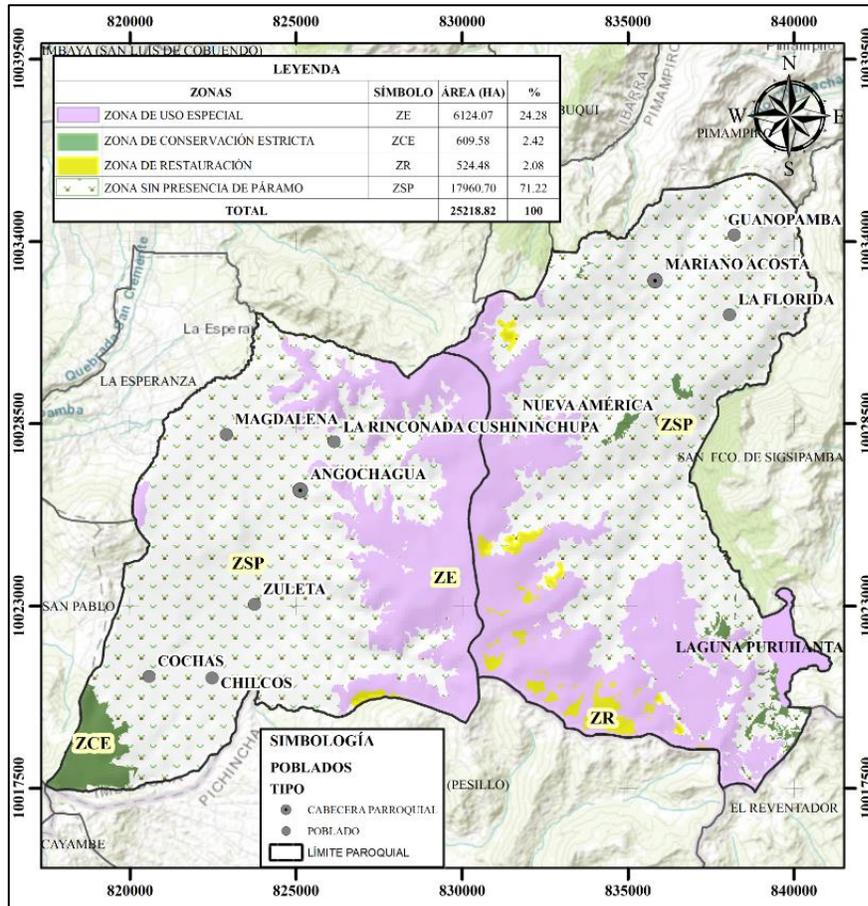
Los encuestados están de acuerdo en aplicar y participar en prácticas del buen uso y manejo del suelo (prácticas agroecológicas) que mitiguen los impactos generados por las actividades agrícolas y ganaderas. Dicho de otra manera, están dispuestos en conocer los resultados y propuestas del presente estudio, con la intención de implementar y aplicar estrategias de conservación de los recursos naturales de las parroquias.

4.3.2 Zonificación de la potencialidad del suelo

Zonas propuestas. En el área de estudio se identificaron las zonas ecológicas-ambientales (Figura 17), para lo cual se tuvo como base el enfoque ecosistémico y los procesos socio-ecológicos de acuerdo con las siguientes características: aptitud, tipos de uso y niveles de conservación para su respectivo manejo. Estas zonas fueron clave para la definición de estrategias de conservación del páramo, en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.

Figura 17

Zonas ecológicas-ambientales de Angochagua y Mariano Acosta



Zona de uso especial. Esta zona cuenta con una extensión de 6 124.07 ha, que representa el 24.28% de la superficie total del área de estudio. Son zonas consideradas como productoras de agua, es decir, que tienen un alto potencial hídrico y son claves para el desarrollo de investigaciones científicas. Además, presentan vegetación herbácea poco alterada y vida silvestre, de manera que la principal función de la zona de uso especial es proteger al ecosistema frente a la intervención de las actividades antrópicas que pueden alterar la cantidad y calidad del agua (Figura 18). Esta zona no limita las necesidades de los habitantes de Angochagua y Mariano Acosta, ya que permite el acceso a las fuentes hídricas por ser el sustento para el desarrollo de las actividades básicas de las parroquias.

Figura 18

Páramo de Mariano Acosta



Normas de uso y control

- Acceso controlado en el interior del área
- Mantenimiento de zona de protección
- Se permiten actividades de investigación científica y monitoreo
- Protección contra incendios e implementación de franjas corta fuegos

Zona de conservación estricta. Esta zona cuenta con una extensión de 609.58 ha con el 2.42%, perteneciente a los páramos que están siendo intervenidos por actividades agrícolas y plantaciones forestales (Figura 19). Por lo tanto, tiene un estricto control y monitoreo frente al avance agrícola cuyas actividades desplazan a la vegetación natural. De manera que son zonas aptas para la conservación estricta de especies endémicas, reservas de agua, reserva genética e investigaciones. Además, se caracterizan por tener pendientes muy fuertes (40 a 70%), lo cual dificulta su acceso.

Figura 19

Zona de conservación estricta



Normas de uso y control

- El acceso al área es restringido
- Se permiten actividades de investigación científica y monitoreo
- Mantenimiento como zona de protección
- Protección contra incendios e implementación de franjas corta fuegos

Zona de restauración. Esta zona posee una extensión de 524.48 ha con el 2.08% del área total de estudio. Son zonas que han evidenciado intervención antrópica y están en proceso de sucesión o regeneración natural (Figura 20). Por lo tanto, son áreas donde se prohíben el uso intensivo de actividades agrícolas y ganaderas.

Figura 20

Zona de restauración



Normas de uso y control

- Las actividades que se realizan van dirigidas a la restauración de ecosistemas alterados o intervenidos por actividades antrópicas.
- Evitar el acceso de animales domésticos con cercas de delimitación del área.
- Control y monitoreo constante para evaluar el proceso de recuperación natural.

Zona sin presencia de páramo. Esta zona cuenta con una superficie de 17 960.70 ha, con 71.22% de la superficie total, son áreas que corresponde a bosques nativos, vegetación arbustiva, cultivos, pastos y asentamiento poblacional (Figura 21). Son espacios de ocasión turística y cuentan con infraestructura para este propósito, el cual es regulado con fines de evitar impactos al ambiente.

Figura 21

Zona sin presencia de páramo



Normas de uso y control

- Se permite la actividad turística con instalaciones acordes al ecosistema y senderos.
- Las actividades de turismo que se realizan dentro del área deben ser reguladas y monitoreadas.

4.3.3 Metodología estratégica (FODA)

El diagnóstico FODA permitió determinar las Fortalezas, Debilidades, Amenazas y Oportunidades del área de estudio con base en los resultados que se obtuvieron del análisis de la cobertura vegetal y el uso potencial de suelo (Tabla 25). Además, se buscó solucionar los problemas encontrados mediante la priorización de estrategias, por lo que en el diseño de las estrategias propuso superar las debilidades presentadas con las oportunidades que se puedan generar. Así mismo, se buscó neutralizar las amenazas teniendo en cuenta las fortalezas que se disponen.

Tabla 25*Análisis FODA en las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta*

Fortalezas	Oportunidades
F1: Amplio interés de los habitantes en conservar y proteger el páramo.	O1: Incentivos económicos para las áreas protegidas (Angochagua).
F2: Mariano Acosta posee mayor extensión de bosque nativo con 5 540.67 hectáreas.	O2: Premio Verde del Banco de Desarrollo para mantener los páramos y las especies endémicas (Angochagua).
F3: La parroquia de Angochagua cuentan con recursos naturales para potenciar proyectos productivos y turísticos.	O3: Investigaciones sobre el recurso hídrico (Angochagua).
F4: Programas de reforestación en áreas degradadas a consecuencia de las actividades antrópicas.	O4: Investigaciones en la laguna de Puruhanta realizadas por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM) UTN.
F5: Equipos de monitoreo para regular actividades.	O5: Capacitaciones sobre el Parque Nacional Cayambe-Coca para el manejo de los páramos y protección del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>).
F6: Viveros parroquiales	
F7: Apoyo por parte de la Prefectura de Imbabura para la conservación del páramo.	
Debilidades	Amenazas
D1: Mariano Acosta no dispone de presupuesto para el desarrollo de actividades para proyectos de conservación.	A1: Presencia de prácticas agrícolas en suelos con pendientes pronunciadas que constituyen amenazas de erosión hídrica del suelo.
D2: Conflictos por tenencias de tierras entre las dos parroquias.	A2: Introducción de especies exóticas en áreas de páramo, lo que genera pérdida de biodiversidad nativa tanto de flora como de fauna.
D3: No se dispone de un Plan de Ordenamiento Territorial actualizado, última actualización fue realizado en el año 2017.	A3: Ampliación de sistemas convencionales que generan uso intensivo del recurso suelo.
D4: No existe un seguimiento al manejo adecuado del páramo.	A4: Avance de la frontera agrícola hacia cotas superiores a 3000 m s.n.m. con intervención en áreas de páramo.
D5: Propietarios de terrenos aledaños al páramo, con baja sensibilidad ambiental (hacen uso pecuario en zonas no aptas para estas actividades).	
D6: Las normas de uso de suelo no se observan por parte de los habitantes.	

Posterior a la identificación de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas en el área de estudio, se realizó un cruce del análisis FODA para construir un conjunto de estrategias dirigidas a la conservación de los recursos naturales con el fin de prevenir, mitigar y recuperar las áreas degradadas generadas por el avance de la frontera agrícola (Tabla 26).

Tabla 26

Cruce de la matriz FODA

	Fortalezas	Oportunidades
<p align="center">ESTRATEGIAS</p>	<p>F1: Amplio interés de los habitantes en conservar y proteger el páramo. F2: Mariano Acosta posee mayor extensión de bosque nativo con 5 540.67 hectáreas. F3: La parroquia de Angochagua cuentan con recursos naturales para potenciar proyectos productivos y turísticos. F4: Programas de reforestación en áreas degradadas a consecuencia de las actividades antrópicas. F5: Equipos de monitoreo para regular actividades. F6: Viveros parroquiales F7: Apoyo por parte de la Prefectura de Imbabura para la conservación del páramo.</p>	<p>O1: Incentivos económicos para las áreas protegidas (Angochagua). O2: Premio Verde del Banco de Desarrollo para mantener los páramos y las especies endémicas (Angochagua). O3: Investigaciones sobre el recurso hídrico (Angochagua). O4: Investigaciones en la laguna de Puruhanta realizadas por el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM) UTN. O5: Capacitaciones sobre el Parque Nacional Cayambe-Coca para el manejo de los páramos y protección del oso andino (<i>Tremarctos ornatus</i>).</p>
<p align="center">Debilidades</p> <p>D1: Mariano Acosta no dispone de presupuesto para el desarrollo de actividades para proyectos de conservación. D2: Conflictos por tenencias de tierras entre las dos parroquias. D3: No se dispone de un Plan de Ordenamiento Territorial actualizado, última actualización fue realizado en el año 2017. D4: No existe un seguimiento al manejo adecuado del páramo. D5: Propietarios de terrenos aledaños al páramo, con baja sensibilidad ambiental (hacen uso pecuario en zonas no aptas para estas actividades). D6: Las normas de uso de suelo no se observan por parte de los habitantes.</p>	<p>(F1 y D5) Estrategia para fortalecer la educación ambiental en las comunidades de las parroquias.</p>	
<p align="center">Amenazas</p> <p>A1: Presencia de prácticas agrícolas en suelos con pendientes pronunciadas que constituyen amenazas de erosión hídrica del suelo. A2: Introducción de especies exóticas en áreas de páramo, lo que genera pérdida de biodiversidad nativa tanto de flora como de fauna. A3: Ampliación de sistemas convencionales que generan uso intensivo del recurso suelo. A4: Avance de la frontera agrícola hacia cotas superiores a 3000 m.s.n.m. con intervención en áreas de páramo.</p>	<p>(F1 y A1) Estrategia de prácticas agroecológicas.</p>	<p>(O1 y A2) Estrategia de restauración con plantas nativas en zonas degradadas.</p>

4.3.4 Estrategias de conservación

A partir de los resultados obtenidos de la caracterización y zonificación se realizó un análisis y se plantearon acciones dirigidas a la solución de los problemas que enfrentan las parroquias ante los conflictos de uso de suelo producidos por actividades agrícolas, con el fin de alcanzar un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en beneficio de toda la población. Se determinó los actores internos y externos interesados que deben consolidar acciones para la adecuada implementación, recuperación y restauración de la biodiversidad nativa en los páramos (Tabla 27).

Tabla 27

Actores internos, actores externos interesados y beneficiarios

Actores internos	Actores externos
Parroquia Angochagua. Presidenta de la junta parroquial: Ing. Rosa Colimba Técnico ambiental Comunidad Magdalena Comunidad la Rinconada Cushininchupa Comunidad Zuleta Comunidad Angochagua Comunidad Chilcos Comunidad Cochas	GAD municipal San Miguel de Ibarra Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Prefectura de Imbabura
Parroquia Mariano Acosta. Presidente de la junta parroquial: Sr. Oswaldo Arciniegas Comunidad La Florida Comunidad Nueva América Comunidad Mariano Acosta Comunidad Guanopamba	GAD municipal San Pedro de Pimampiro Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica Prefectura de Imbabura

En las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta, el suelo y la vegetación son afectados por el uso inadecuado que realizan los habitantes. Es así que se detallan tres estrategias que fueron elaboradas con referencia a los problemas ambientales

identificados y a las zonas ecológicas-ambientales propuestas en el área de estudio (Tabla 28). Además, se consideró las necesidades de la población para seguir con una correcta gestión con respecto a la conservación de los recursos naturales y una adecuada gestión de los conflictos socioambientales.

Tabla 28

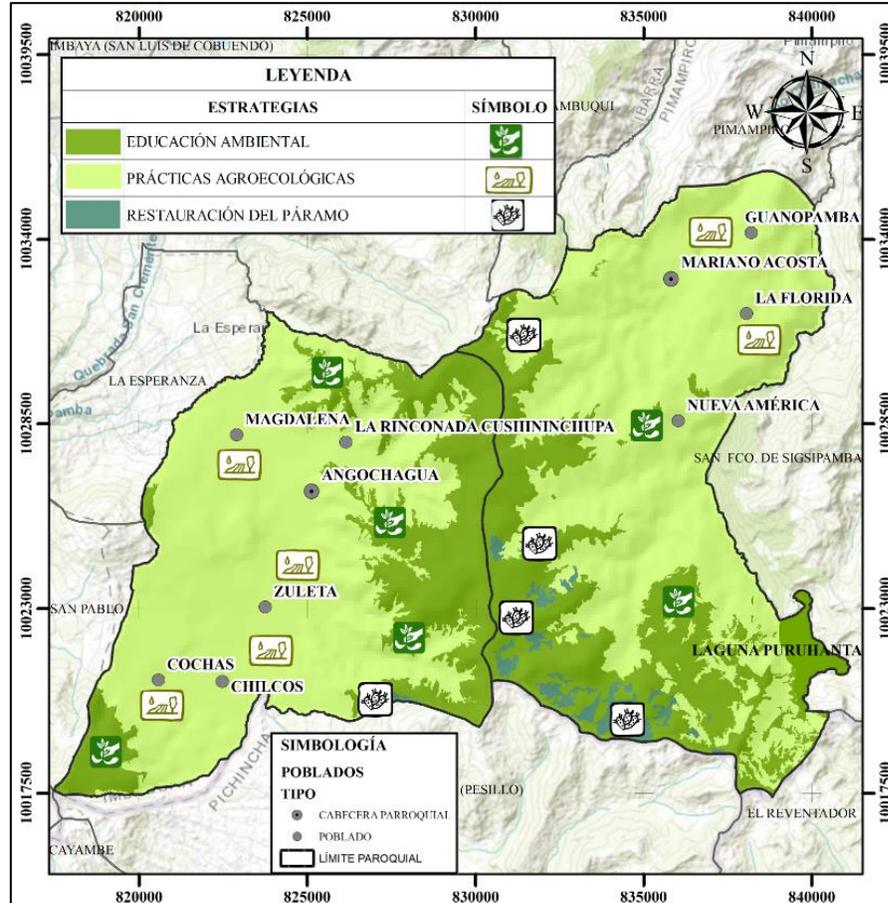
Formulación de estrategias en base a los problemas ambientales identificados

Problemas ambientales	Zonas ecológicas-ambientales	Estrategias
Uso intensivo de actividades agrícolas.	Zona sin presencia de páramo	Prácticas agroecológicas en zonas agrícolas.
Avance de la frontera agrícola	Zona de uso especial	
Introducción de especies exóticas en áreas de conservación.	Zona de conservación estricta	Educación ambiental
Deforestación Incendios forestales	Zona de restauración	Restauración del páramo degradado

Por lo tanto, en la Figura 22 se indica las tres estrategias propuestas en el área de estudio, con el fin de que las diferentes autoridades competentes de las parroquias consideren aplicar para la conservación del páramo en beneficio de la población.

Figura 22

Estrategias de conservación



a) Prácticas agroecológicas en zonas agrícolas. Las prácticas agroecológicas permiten mantener la biodiversidad productiva, la eficiencia energética, a causa del uso intensivo de las actividades agrícolas, con el fin de seguir con un sistema equilibrado, sin afectar a la biodiversidad nativa y contrarrestar los efectos de erosión y degradación del suelo.

Objetivo general

Establecer prácticas agroecológicas en áreas agrícolas ubicadas en la cota 3000 m.s.n.m. que colindan con páramos para evitar el avance de la frontera agrícola hacia el páramo.

Objetivos específicos

1. Aplicar prácticas sustentables para el aprovechamiento y conservación de los recursos suelo y agua.
2. Evitar el sobreuso de suelo a través de la aplicación de prácticas acordes con las características ecológicas: suelo y clima.

Meta

Disminuir la presión de los sistemas productivos sobre el suelo para evitar la erosión y la pérdida de especies nativas con la finalidad de generar mejores condiciones para la recuperación y conservación de los páramos (Tabla 29). De manera que los programas puntualizan las aplicaciones técnicas sustentables para el buen manejo agropecuario.

Tabla 29

Prácticas agroecológicas en zonas agrícolas

Proyectos	Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Prácticas sustentables para la conservación del suelo.	Aplicar prácticas sustentables para el aprovechamiento y conservación de los recursos suelo y agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Socialización a los dirigentes de las comunidades del área de estudio referente al mapa de uso potencial y las zonas propuestas para la conservación. • Análisis de las limitaciones de uso para el desarrollo de actividades de conservación y protección de los recursos naturales. • Propuesta de sistemas agrobiodiversos que permitan la resiliencia a plagas, enfermedades y la mitigación del cambio climático. • Uso de especies adaptadas a las condiciones climáticas para una mejor sinergia, favoreciendo los servicios ecosistémicos. 	La implementación de las prácticas sustentables tiene el objetivo de realizar un buen manejo del suelo en base a las limitaciones establecidas por las clases agroecológicas y pretende obtener una mejor gestión en el uso del recurso como tal.	GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Comunidades interesadas Técnico ambiental
Prácticas agroecológicas en cultivos convencionales.	Evitar el sobreuso de suelo a través de la aplicación de prácticas acordes con las características ecológicas: suelo y clima.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso el suelo en función de su potencialidad. • Incremento de la capa vegetal del suelo mediante la adición de materia orgánica mediante el uso de estiércol (dos meses antes de la siembra), abonos verdes como: bocashi, lombri-compost, compost, bioles o biofermentos. • Mejoramiento de la actividad biológica del suelo para mantener y mejorar su fertilidad. • Implementación de terrazas en pendientes inclinadas y zanjas de infiltración a escala de parcela. • Disminución de la intensidad de labranza para minimizar la erosión, pérdida de humedad y mejorar la fertilidad del suelo. • Implementación de sistemas silvopastoriles. • Optimización de la carga animal por hectárea. • Implementación de sistemas de biogás. 	La implementación de las prácticas sustentables tiene el objetivo de realizar un buen manejo del suelo en base a las limitaciones establecidas por las clases agroecológicas y pretende obtener una mejor gestión en el uso del recurso como tal.	GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Comunidades interesadas Técnico ambiental Ministerio del Ambientes, Agua y Transición Ecología

b) Restauración del páramo degradado. La ejecución de esta estrategia permitirá involucrar a los actores sociales y habitantes de Angochagua y Mariano Acosta en conocer el estado actual del recurso suelo para promover la restauración con especies que se adapten a las condiciones naturales del ecosistema, mediante el aprovechamiento de la biodiversidad endémica presente en los páramos.

Objetivo general

Implementar acciones de restauración para disminuir el grado de alteración del suelo que se encuentra en el ecosistema páramo, propiciando la restauración ecológica.

Objetivos específicos

1. Evaluar el grado de alteración del suelo a causa de las plantaciones con especies exóticas, actividades agrícolas, ganaderas y delimitación del área de recuperación.
2. Garantizar una adecuada restauración, protección y conservación de los páramos de las parroquias.

Meta

Plantear acciones de restauración para la recuperación del ecosistema páramo, con el fin de mantener los servicios ecosistémicos que sustentan a las comunidades de las parroquias (Tabla 30). De manera que, se contribuya a disminuir la tasa de erosión y pérdida de suelo, evitando la disminución de la diversidad genética y los impactos que generan el uso intensivo de los recursos a través de actividades antrópica.

Tabla 30

Restauración en zonas de páramos degradadas

Proyectos	Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Determinación del grado de alteración por actividades antrópicas en áreas de recuperación.	Evaluar el grado de alteración del suelo a causa de las plantaciones con especies exóticas, actividades agrícolas, ganaderas y delimitación del área de recuperación.	<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización de los disturbios, limitantes y factores que degradan el suelo, mediante delimitaciones con barrera bióticas y abióticas. • Introducción de plántulas de especies leñosas, frutales y herbáceas, con fin de atraer a la fauna consumidora ya sean herbívoros o polinizadores como dispersores de semillas. • Reubicación de especies pioneras para el enriquecimiento de áreas degradadas obteniendo una sucesión natural. 	Garantizar la funcionalidad hídrica del ecosistema a través de la restauración ecológica del páramo ya que son zonas de regulación que almacenan agua y proveen importantes servicios ecosistémicos.	GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Comunidades beneficiarias Técnico ambiental
Restauración con especies nativas en páramos degradados.	Garantizar una adecuada restauración, protección y conservación de los páramos de las parroquias.	<ul style="list-style-type: none"> • Selección de los sitios potenciales a ser restaurados. • Implementación de programas de restauración con la participación de unidades educativas en el compromiso de restaurar y conservar los páramos. • Implementación activa de la participación de los actores sociales y comunidades beneficiarias. • Realización de monitoreos de seguimiento y evaluación del proceso de restauración que garantice el crecimiento de las especies. 	Garantizar la funcionalidad hídrica del ecosistema a través de la restauración ecológica del páramo ya que son zonas de regulación que almacenan agua y proveen importantes servicios ecosistémicos.	GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Técnico ambiental Ministerio del Ambientes, Agua y Transición Ecología

c) Educación ambiental. Esta estrategia se considera trascendente para crear conciencia, valores y comportamientos que favorezcan la participación efectiva de los habitantes en la conservación de los recursos del ecosistema páramo. Las autoridades locales podrán desarrollar un proceso de toma de decisiones orientadas a la prevención y mitigación de los impactos ambientales.

Objetivo general

Promover la concientización de los habitantes de las comunidades ante las situaciones socioambientales negativas con el fin de incentivar al empoderamiento de las acciones a realizarse frente a los impactos que degradan el páramo.

Objetivos específicos

1. Socializar los conflictos del suelo y factores que degradan al recurso de manera que adquieran conciencia del impacto que genera en los ecosistemas.
2. Incentivar a los habitantes a la responsabilidad y toma de decisiones para adoptar medidas de conservación.

Meta

Crear conciencia sobre la importancia de mantener los beneficios ecosistémicos que el páramo aporta para abastecer las necesidades prioritarias de los habitantes; de manera que, las instituciones y las autoridades locales participen en acciones para la conservación y protección del páramo (Tabla 31).

Tabla 31

Educación ambiental

Proyectos	Objetivos específicos	Actividades	Alcance	Responsables
Conservación del páramo	Socializar los conflictos del suelo y factores que degradan al recurso de manera que tomen conciencia del impacto que genera en los ecosistemas.	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación a los dirigentes de las comunidades sobre el impacto que genera las actividades agrícolas, ganaderas y plantaciones forestales. • Impulso a la investigación (<i>in situ</i>) para evidenciar problemas y emprender acciones para la conservación de los páramos. • Estructuración de mesas de diálogo para analizar los factores que degradan el ecosistema, a partir de las evaluaciones realizadas para el seguimiento y control de las actividades desarrolladas por los pobladores. 		GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Comunidades interesadas Técnico ambiental
Campanas de educación ambiental	Incentivar a los habitantes a la responsabilidad y toma de decisiones para adoptar medidas de conservación.	<ul style="list-style-type: none"> • Participación que impulse procesos de aprendizaje a través de talleres, programas y capacitaciones que incluyan a niños y adolescentes. • Fomento de actividades ecoturísticas en áreas protegidas. • Aplicación de aprendizajes hacia el desarrollo de prácticas amigables con el ambiente. • Implementación de huertos y granjas familiares para la enseñanza de prácticas agroecológicas a través de talleres participativos y ensayos. • Desarrollo de aprendizajes significativos sobre la conservación del páramo a través de mitos y leyendas. • Implementación de sistemas de pago por servicios ambientales dirigidos a los estudios de captura y almacenamiento de carbono, conservación de la biodiversidad endémica y de recarga hídrica. 	Empoderamiento de los habitantes en las responsabilidades y conciencia sobre los impactos negativos, de manera que garantice una armonía con el ambiente.	GAD's parroquiales de Angochagua y Mariano Acosta Técnico ambiental Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- La cobertura vegetal del área de estudio está compuesta mayormente por el páramo, bosque nativo, vegetación arbustiva y cuerpos de agua, las que ocupan el 69.29% de la superficie total. De tal manera que son ecosistemas clave para la conservación de los recursos naturales. El 30.53% de la superficie corresponde a áreas donde se realizan actividades agrícolas, actividades ganaderas y plantaciones forestales de eucalipto (*E. melliodora*) y pino (*P. radiata*) dado a que es el principal ingreso económico para el sustento familiar. El 0.18% es ocupado por el asentamiento poblacional que se encuentra distribuido en las diferentes comunidades de las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.
- El uso potencial del suelo permitió planificar el territorio en función a la potencialidad natural y las limitaciones de uso del suelo: agrícola (AGR) con 8.08%, pastos (PAS) con 0.29%, bosque productor (BPD) con 12.05%, bosque protector (BPT) con 10.86% y conservación de los recursos naturales (CRN) con 67.64%. Es así como, la conservación de los recursos naturales es el uso potencial que predomina en el área de estudio siendo apto para la protección de cuencas hidrográficas y de especies endémicas.
- De acuerdo con el análisis del conflicto de uso de suelo, se evidenció que el 76.87% del área de estudio presenta un uso adecuado, lo cual, se encuentra en concordancia a la aptitud del suelo, garantizando la sustentabilidad de este recurso. Sin embargo, en áreas de conservación y protección de los recursos naturales, existe la presencia de actividades agrícolas y plantaciones forestales. Donde, el 16.58% del recurso está Sobreexplotado y el 5.29% es Subutilizado, de manera que genera problemas de erosión, retención de humedad y desgaste del suelo. Los mismos que, se han presentado por diversos factores: uso intensivo de químicos, deforestación, y prácticas convencionales.

- Se determinaron las zonas ecológicas-ambientales dividiendo al territorio en cuatro categorías: zona de uso especial (ZE) con 24.28%, zona de conservación estricta (ZCE) con 2.42%, zona de restauración (ZR) con 2.08% y zona sin presencia de páramo (ZSP) con 71.22%. Además, se establecieron tres estrategias de conservación en base a los problemas ambientales generados por las actividades antrópicas que vinculan a una solución a mediano plazo (hasta 5 años) para el resguardo de los servicios ecosistémicos. De esta manera, se presenta un diseño de estrategias y actividades orientadas a las prácticas agroecológicas en zonas agrícolas, restauración en páramos degradados y educación ambiental.

5.2 Recomendaciones

- Los resultados obtenidos pueden ser utilizados como insumos para fortalecer los planes de manejo, planificación y actualización de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), especialmente por los GAD's de Angochagua y Mariano Acosta o para instituciones que lo requieran.
- Realizar monitoreos cada 3 o 5 años para verificar el cambio de uso de suelo y cobertura vegetal, con el fin de evaluar el estado actual de los ecosistemas frágiles y el avance de la frontera agrícola.
- Promover proyectos de investigación científica en los que se evalúen la disminución de la calidad y cantidad de agua en áreas de páramo frente a la introducción de especies exóticas, específicamente del pino (*P. radiata*).
- Utilizar los resultados obtenidos en el área de estudio con el fin de planificar el territorio en cuanto al aprovechamiento sostenible del recurso suelo enfocado a las clases agroecológicas del Sistema Americano (USDA) para el uso forestal y programas de manejo de conservación y proyección de los recursos naturales.

REFERENCIAS

- Álvarez, D. y Mora, V. (2017). *Análisis del uso actual y potencial del suelo de la reserva hídrica comunitaria nangulví bajo, zona de intag: propuesta de programas de conservación y protección* (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- Anand, J., Gosain, A. y Khosa, R. (2018). Prediction of land use changes based on Land Change Modeler and attribution of changes in the water balance of Ganga basin to land use change using the SWAT model. *Science of The Total Environment*, 644, 503-519.
- Andrade, B.R. y Dután, I.K. (2012). *Determinación de la categoría ocupacional del uso del suelo rural del Cantón Deleg* (Tesis de Pregrado). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Antón, R. (2010). *Metodología de evaluación de la capacidad de uso del suelo de la Provincia de Cabo Delgado (Mozambique) según Clases de Capacidad Agrológica* (Tesis de Pregrado). Universidad Pública de Navarra, España.
- Arcos, M. (2010). *Influencia de la cobertura vegetal en la capacidad de infiltración de agua en suelos de páramo* (Tesis de Pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito.
- Bennett, A.F. (2003). *Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation*, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Berkes, F., Folke, C. y Colding, J. (2000). *Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience*. Cambridge University Press.

- Borras, J., Delegido, J., Pezzola, A., Pereira, M., Morassi, G., y Camps-Valls, G. (2017). *Clasificación de usos del suelo a partir d imágenes Sentinel-2*. *Revista de Teledetección*, (48), 55-66.
- Cantú, S.I. y Yáñez, M. I. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45), 122-151.
- Cegielska, K., Noszczyk, T., Kukulska, A., Szylar, M., Hernik, J., Dixon-Gough, R., ... y Kovács, K. (2018). Land use and land cover changes in post-socialist countries: Some observations from Hungary and Poland. *Land Use Policy*, 78, 1-18.
- CEPAL (2011). Base de datos y publicaciones estadísticas. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Código Orgánico del Ambiente (2017). Registro oficial 983. Quito, Ecuador.
- Congreso Nacional (2004). Ley forestal y conservación de áreas naturales y vida silvestre. Registro oficial, 418.
- Cohen, J.A. (1960). Coefficient of agreement for nominal scales. *Educ. Psychol. Means*, 20(1), 37-46.
- Columba, K. (2013). Manual para la gestión operativa de las áreas Protegidas del Ecuador. *Ministerio del Medio Ambiente*, Ecuador.
- Clavijo, A. y Granja, K. (2016). *Análisis del estado de conservación ambiental de la microcuenca del Río Chamachán en la parroquia Mariano Acosta, provincia de Imbabura, a través de indicadores físicos, bióticos y socioeconómicos*. (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito.

- CLIRSEN y MAGAP (2011). Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional a escala 1: 25 000. Guayaquil, Ecuador.
- Chamorro, D.V. (2019). *Análisis multitemporal de los patrones espaciales del paisaje en el cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Chicaiza, F. (2013). *Diagnóstico del uso actual y determinación de oportunidades de uso productivo y conservacionista del páramo de la parroquia Angochagua*. (Tesis de Posgrado). Escuela de Ciencias Geográficas.
- Chuvieco, E. (2010). Teledetección ambiental: la observación de la Tierra desde el espacio. *Ariel Ciencia*, 586.
- Cruz, G.I. (2014). *Análisis de la capacidad de uso de las tierras y propuestas de ordenamiento territorial del cantón Santa Elena, provincia de Santa ELENA, Ecuador*. (Tesis de Posgrado). Universidad de San Francisco de Quito. Quito.
- De la Rosa, D. (2008). Evaluación agro-ecológica de suelos. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa.
- Díaz, G.V., Vázquez, V.S. y Machuca, M.Á. (2018). Análisis del cambio temporal y espacial del uso del suelo en la región centro-sur de Chile. *Ciência Florestal*, 28(4), 1831-1844.
- FAO. (2013). El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas.
- FAO (2019). La ganadería y el medio ambiente. <http://www.fao.org/livestock-environment/es/>

- Faustino, J. Velásquez, S. y Solís, H. (2004). Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la subcuenca del Río Copán, Honduras. *Recursos Naturales y Ambiente*, (41).
- Fernández, P. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cad Aten Primaria*, 3 (138-14), 1-6.
- Flores, A. (2018). *Análisis multitemporal de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal e influencia de programa socio bosque, en la parroquia Nono, periodo 1990,2016*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- Gaspar, A.P. (2019). *Propuestas de planes de ordenamiento a nivel predial para la disminución de la presión humano-fauna silvestre de 15 fincas en la Parroquia Mariano Acosta, Cantón Pimampiro, Provincia de Imbabura, Ecuador*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.
- GeoPlaDes. (2010). Estudio multitemporal de la cobertura vegetal y uso del suelo entre los años 1990, 2010 y proyección al 2030 a una escala 1:50.000 para el centro y sur oriente de la Amazonía Ecuatoriana y sistematización de información sobre aspectos socio económico. Ecuador.
- Gobierno Provincial de Imbabura (GPI). (2010). El mecanismo de retribución por protección conservación de páramos y bosques nativos. Ibarra.
- Gondard, P. y Mazurek, H. (2001). “30 años de Reforma Agraria y Colonización en el Ecuador (1964-1994): dinámicas territoriales. *Estudios de Geografía*, 10, 15-40.
- Gómez, O.D. (2008). Ordenación Territorial. Madrid, Ediciones Mundi-Prensa. 2da

- Guerrero, D. A. (2019). *Determinación de la vulnerabilidad volcánica en la parroquia Angochagua-Ibarra, Ecuador*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte.
- Hernández, A., Rojas, R. y Sánchez, F. (2013). Cambios en el uso del suelo asociados a la expansión urbana y la planeación en el corregimiento de Pasquilla, zona rural de Bogotá (Colombia). *Cuadernos de Geografía Revista Colombiana de Geografía*, 22(2), 257-271.
- Hofstede, R. (1997). El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la Sierra del Ecuador. Ecopar, Quito.
- Hofstede, R. (1997). La importancia hídrica del páramo y aspectos de su manejo. *EcoPar*.
- IGAC (2002). Zonificación de los Conflictos de Uso de las Tierras del país de Bogotá. Colombia.
- IEE (2018). Generación de información geoespacial a escala 1: 5 000 para la determinación de la aptitud física del territorio y desarrollo urbano mediante el uso de geotecnologías. Ibarra, Ecuador.
- IEE y MAGAP (2017). Generación de Geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional a escala 1:25 000. Ecuador.
- Karimi, A. y Hockings, M. (2018). A social-ecological approach to land-use conflict to inform regional and conservation planning and management. *Landscape Ecol*, 33 (5), 691-710.
- Landis, J.R. y Koch, G.G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.

- Lasco, R. y Pulhin, F. (2000). Forest land use change in the Philippines and climate change mitigation. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 5(1), 81-97.
- Ma, X. (2014). Dilemmas Between the Protection of Lung and Stomach: Land Use Conflicts in Rapid Urbanization Process of Pearl River Delta. En las actas del 17° Simposio internacional sobre el avance de la gestión de la construcción y los bienes inmuebles. (eds) *Proceedings of the 17th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate*, Berlín, Heidelberg. (225-232).
- MAGAP, PRAT y SIGTIERRAS. (2015). Levantamiento de cartografía temática escala 1:25.000, Lote 1. Pimampiro, Ecuador.
- Martínez, C. (2009). Dinámica de cambios de uso del suelo en zonas altoandinas del Ecuador. Proyecto Páramo Andino. Fundación EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Maza, C. (2009). *Clasificación y análisis de la cobertura vegetal sobre la subcuenca Zamora Huayco - Cantón Loja*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- Merlo, J., Yépez, R. y Moreno, V. (2010). Evaluación de tierras por su capacidad de uso en la cuenca baja del Río Guayas. *Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas (CEPEIGE)*. Ecuador.
- Molina, G.Z. y Rivas, J.L. (2007). Conflictos de usos normativos y agroecológicos en un área fronteriza: sector El Nula, estado Apure-Venezuela. *Revista Geográfica Venezolana*, 48(1), 101-114.
- Moreno, A. y Renner, I. (2007). Gestión Integral de Cuencas. La experiencia del proyecto Regional Cuencas Andinas. *International Potato Center*.

- Muñoz, F.A. y Pérez, E.H. (2017). Conflictos de uso de suelo en la frontera agrícola y áreas del páramo del municipio de Totoró, Cauca. *Suelos Ecuatoriales*, 47(1 y 2), 9-15.
- Nieto, M., Guzmán, M., y Steinaker, D. (2014). Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema ganadero de carne típico de región central Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 40(1), 92-101.
- Ormeño, M. y Vilorio, J. (2016). Conflictos de uso de la tierra en la depresión del lago de Valencia (Venezuela). ResearchGate.
- Patz, J., Daszak, P., Tabor, G., Aguirre, A., Pearl, M., Epstein, J., ...y Brandley, D. (2004). Unhealthy Landscapes: Policy Recommendations on Land Use Change and Infectious Disease Emergence. *Environmental Health Perspectives*, 112(10), 1092-1098.
- Pichón, F. (1997). Settler Households and Land-Use Patterns in the Amazon Frontier: Farm-Level Evidence from Ecuador. *World Development*, 25(1), 67-91.
- Posso, M. (2011). Proyectos, tesis y marco lógico. Quito, Ecuador.
- Pourrut, P. (1983). Los climas del Ecuador, Quito. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ecuador.
- Quichimbo, P., Tenorio, G., Borja, P., Cárdenas, I., Crespo, P. y Célleri, R., (2012). Efectos sobre las propiedades físicas y químicas de los suelos por el cambio de la cobertura vegetal y uso del suelo: páramo de Quimsacocha al sur del Ecuador. *Suelos Ecuatoriales*, 42(2), 138-153.
- República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Registro Oficial 449. Ecuador

- Rivera, S. (1998). Análisis de deforestación en Honduras (1965-1992) usando técnicas de sensores remotos y sistemas de información geografía. *Revista Tatascán*, 10(2), 65-79.
- Rodríguez, A. (2011). *Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta*. (Tesis de posgrado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, N.L. (2011). El páramo de Guerrero: conflictos entre conservación y reprimarización de su economía. *Revista Geográfica de América Central*, 2, 1-17.
- Rodríguez, J.J. (2014). *Evaluación del paisaje para la conservación de la biodiversidad y servicios ecosistémicos en el centro Sur de Chile*. (Tesis de posgrado). Universidad de Concepción, Concepción-Chile.
- Rodríguez, O. y Zinck, J. (2016). Contribution of Geopedology to Land Use Conflict Analysis and Land Use Planning in the Western Urban Fringe of Caracas, Venezuela. *Geopedology*, 521-534.
- Rodríguez, I. R. y Briones, L.A. (2019). *Zonificación turística para el desarrollo sostenible de los recursos naturales y culturales del biocorredor turístico Santa Ana, Manabí*. (Tesis de posgrado). Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Manabí, Ecuador.
- Rosero, M. (2018). *Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de la cuenca del Río Tahuando y proyección de cambios al año 2031, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura*. (Tesis de posgrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.

- Salas, J. y Valenzuela, A. (2011). *Determinación de los conflictos de uso del suelo en la microcuenca panchindo-municipio de la Florida–departamento de Nariño* (Tesis de Pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pastos, Colombia.
- Salazar, R. y Játiva, S. (2012). *Elaboración Participativa del Plan de Manejo de los páramos de la Comunidad Eugenio Espejo de Cajas*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra.
- SENPLADES. (2013). Catálogo Nacional de Objetos Geográficos Versión 2.0. Quito, Ecuador.
- SENPLADES. (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Quito: Resolución N.º CNP-003-2017.
- SIIAEC. (2017). Sistema de Información Geográfica Ambiental para el Estado de Coahuila. Recuperado de <https://www.sema.gob.mx/SRN-SIIAECC-USO-CAMBIO.php>
- Soil Survey Staff. (1993). Soilsurvey manual. Soil Conservation Service. U.S. *Departamento of Agriculture Handbook 18*. 24
- Torres, M.C., Flórez, F.H. y Triana, F.A. (2014). Efecto del uso del suelo en la capacidad de almacenamiento hídrico en el páramo de Sumapaz-Colombia. *Revista Facultad Nacional de Agronomía-Medellín*, 67(1), 7189-7200.
- Tosi, O. y Joseph, A. (1991). *Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Centro Científico Tropical.
- Vanetti, M. (2007). Calculadora en línea de matriz de confusión. <http://www.marcovanetti.com/pages/cfmatrix/>

- Ríos, O.V. (2013). Disturbios en los páramos andinos. *Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos*, 39-57.
- Vitousek, P., Mooney, H., Lubchenco, J. y Melillo, J. (1997). Dominación humana de los ecosistemas de la Tierra. *Science*, 277 (5325), 494-499.
- Wang, J., He, T. y Lin, Y. (2018). Changes in ecological, agricultural, and urban land space in 1984–2012 in China: Land policies and regional social-economical drivers. *Habitat International*, 71, 1-13
- Winckell, A., Marocco, R., Winter, T., Huttel, C., Pourrut, P. Zebrowski, C. Sourdat, M. (1997). Las condiciones del medio natural. Quito. *IPGH, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador – FLACSO*. 159.

ANEXO 1. ENCUESTA

Anexo 1.1

Modelo de la encuesta aplicada a los dirigentes de las comunidades de Angochagua y Mariano Acosta



ENCUESTA APLICABLE PARA LAS PARROQUIAS DE ANGOCHAGUA Y MARIANO ACOSTA

La siguiente encuesta pretende levantar información detallada, actualizada, fidedigna y completa del sector, con la finalidad de conocer el uso actual del suelo por parte de los pobladores de las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta.

Por lo cual solicito muy comedidamente su colaboración, llenando la siguiente encuesta, cuyos datos son para fines académicos.

Agradezco su colaboración
Cinthia Puga
¡Éxitos en sus actividades cotidianas!

1. Nombre y Apellido:

2. Edad:

15 a 30 años..... 31 a 45 años..... 46 a 60 años..... 61 a 75 años.....
mayor de 75 años

3. Género: Masculino Femenino

4. Parroquia: Angochagua..... Mariano Acosta.....

5. ¿Cuál es la actividad a la que se dedica?

Agrícola Agropecuaria..... Turismo Comerciante.....Otros.....

6. ¿Cuáles son los principales cultivos que usted produce?

Granadilla..... Haba..... Maíz..... Oca..... Melloco.....

Quinoa..... Papa..... Cebada..... Arveja..... Otros.....

7. ¿Cuál es la superficie estimada que posee en cultivos y pastos?

Menos de 250 m² 250 a 500m² 500 a 1000 m² 1 hectárea.....
mayor a 1 hectárea Otros.....

8. ¿Tiene conocimiento sobre el uso potencial del suelo?

Si..... No.....

9. ¿Tiene conocimiento sobre que significa el conflicto de uso de suelo?

Si..... No.....

10. ¿Conoce las limitaciones del suelo y el clima para el desarrollo de cultivos según la aptitud del suelo?

Si..... No.....

11. ¿De dónde proviene el agua que usted utiliza para el riego de los cultivos?

Canal de riego..... Agua lluvia..... Agua potable..... Reservorio.....
Otros.....

12. ¿Qué importancia tiene para usted el páramo?

13. ¿Considera usted que el páramo existente en su parroquia está bien conservado?

Si..... No.....

14. ¿Qué tipo de afectaciones se ha evidenciado en los años 2018 al 2020 en los páramos dentro de las parroquias?

Incendios..... Deforestación..... Introducción de plantas exóticas..... Apertura
de camino.....

15. ¿Estaría dispuesto aplicar prácticas para la conservación del páramo en sus terrenos?

Si..... No.....

16. ¿Estaría usted de acuerdo en participar comunitariamente en la aplicación de prácticas agroecológicas?

Si..... No.....

17. Esta usted de acuerdo en conocer las estrategias y resultados del presente estudio para la conservación del páramo de las parroquias.

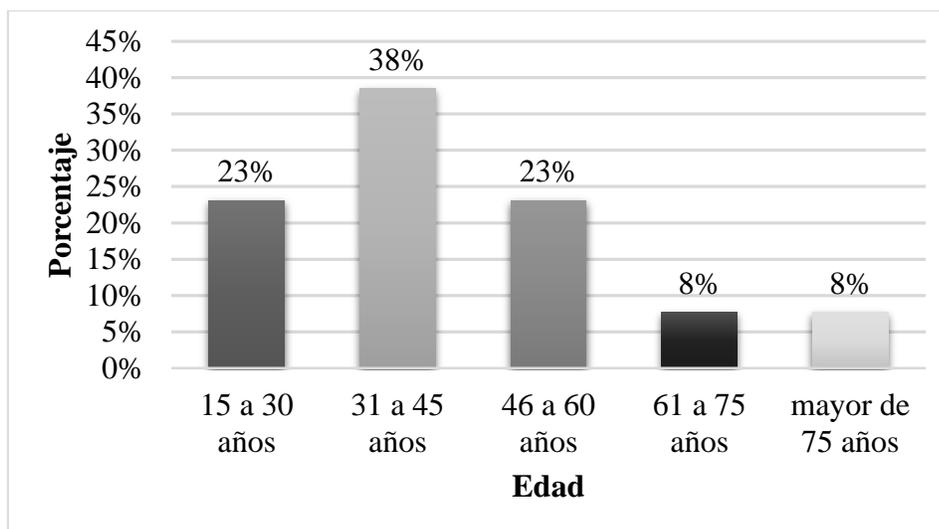
Si..... No.....

Anexo 1.2

Tablas y figuras de la tabulación de la encuesta aplicada a los dirigentes de las comunidades de Angochagua y Mariano Acosta

Edad de los dirigentes de Angochagua y Mariano Acosta

Opción de respuesta	Frecuencia	%
15 a 30 años	3	23
31 a 45 años	5	38
46 a 60 años	3	23
61 a 75 años	1	8
mayor de 75 años	1	8
Total	13	100

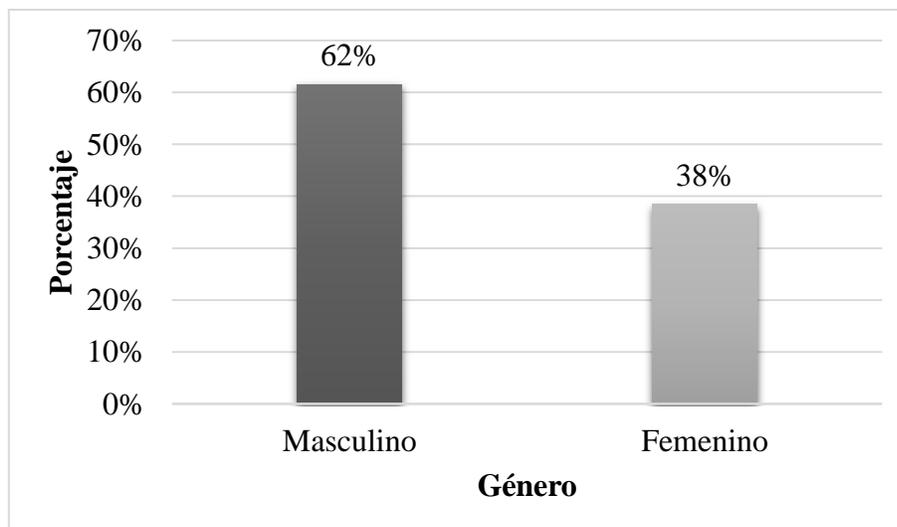


Análisis e interpretación

Del 100% de encuestados, el 38% tienen una edad comprendida de 31 a 45 años, el 23% en un rango de edad de 15 a 30 años; el 23% de 31 a 45 años; el 8% entre 61 a 75 años; el 8% mayor a los 75 años, es decir que la muestra correspondió a diferentes rangos de edades.

Género de los encuestados

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Masculino	8	62
Femenino	5	38
Total	13	100



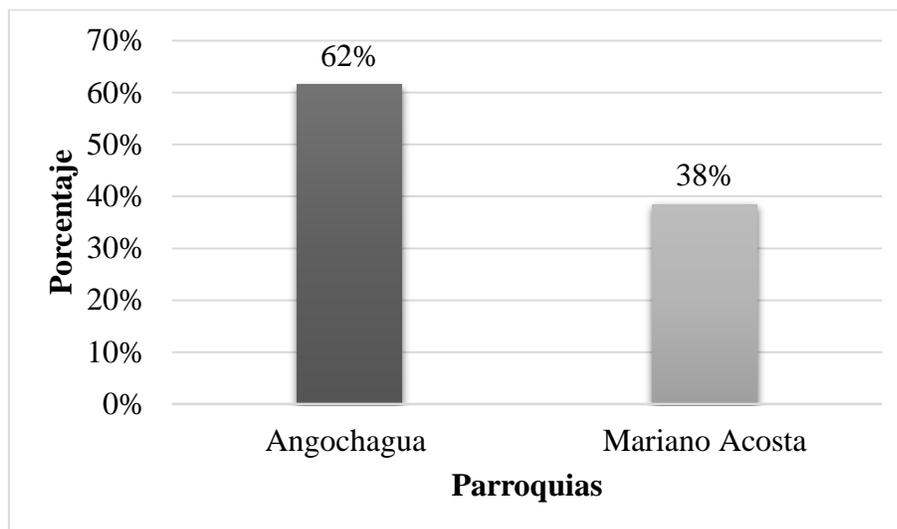
Análisis e interpretación

Del 100% de encuestados, el 62% pertenece al género masculino; el 38% es femenino.

Parroquia a la que pertenecen los dirigentes de las comunidades

Opción de respuesta	Frecuencia	%
----------------------------	-------------------	----------

Angochagua	8	62
Mariano Acosta	5	38
Total	13	100



Análisis e interpretación

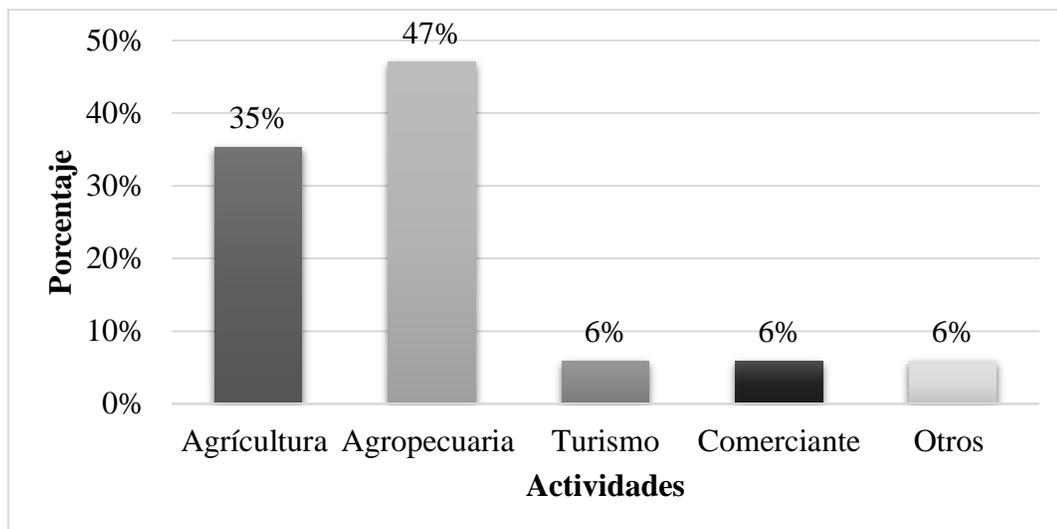
Del 100% de encuestados, el 62% de habitantes concierne a la parroquia Angochagua; y el 38% pertenece a la parroquia Mariano Acosta.

Pregunta No. 1

¿Cuál es la actividad a la que se dedica?

Actividad a la que se dedica

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Agricultura	6	35
Agropecuaria	8	47
Turismo	1	6
Comerciante	1	6
Otros	1	6
Total	17	100



Análisis e interpretación

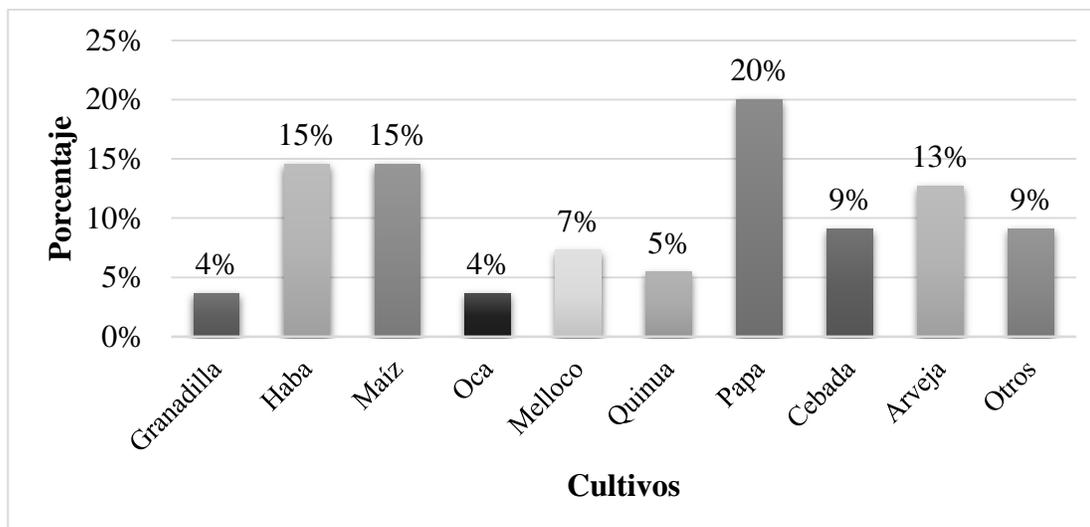
Del 100% de encuestados, el 47% de habitantes se dedica a las actividades agropecuarias; el 35% se dedica a la agricultura; el 6% corresponde a los habitantes que realizan turismo comunitario; y el 6% son comerciantes.

Pregunta No. 2

¿Cuáles son los principales cultivos que usted produce?

Principales cultivos

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Granadilla	2	4
Haba	8	15
Maíz	8	15
Oca	2	4
Mellico	4	7
Quinoa	3	5
Papa	11	20
Cebada	5	9
Arveja	7	13
Otros	5	9
Total	55	100



Análisis e interpretación

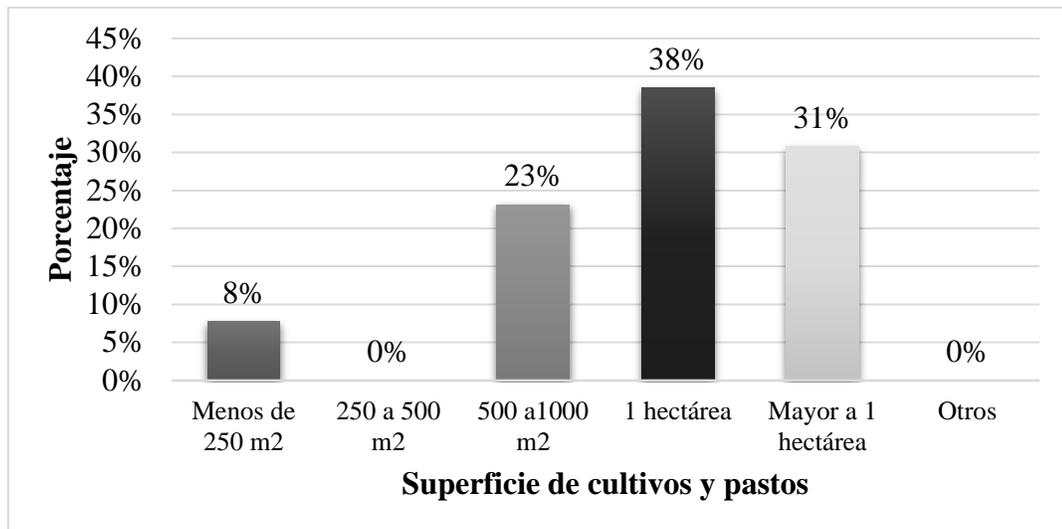
Del 100% de encuestados, el 20%, 15%, 13% y 9% corresponde a los siguientes cultivos: papa, haba y maíz, arveja y cebada. Se debe a que los habitantes se dedican a las actividades agrícolas, y a las siguientes características como: condiciones climáticas, altitud, temperatura, y tipo de suelo, mismas que proporcionan las condiciones óptimas para el desarrollo de los cultivos en mención.

Pregunta No. 3

¿Cuál es la superficie estimada que posee en cultivos y pastos?

Superficie de cultivos y pastos

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Menos de 250 m ²	1	8
250 a 500 m ²	0	0
500 a 1000 m ²	3	23
1 hectárea	5	38
Mayor a 1 hectárea	4	31
Otros	0	0
Total	13	100



Análisis e interpretación

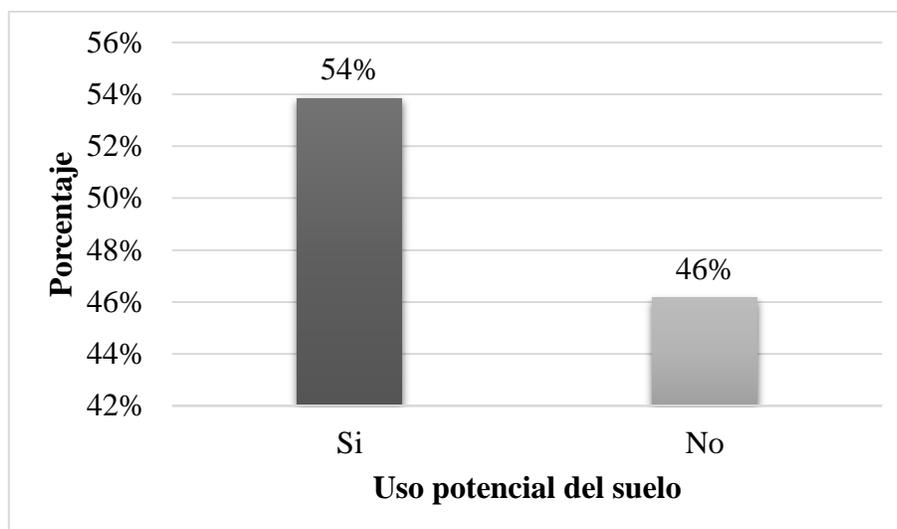
Del 100% de encuestados, el 38% de los habitantes poseen una superficie estimada de 1 hectárea de territorio para la siembra de cultivos, y pastos; un 31% posee mayor a 1 hectárea; el 23% estima territorios de 500 a 1 000m²; y el 8% estima tener menos de 250 m².

Pregunta No. 4

¿Tiene conocimiento sobre el uso potencial del suelo?

Uso potencial del suelo

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	7	54
No	6	46
Total	13	100



Análisis e interpretación

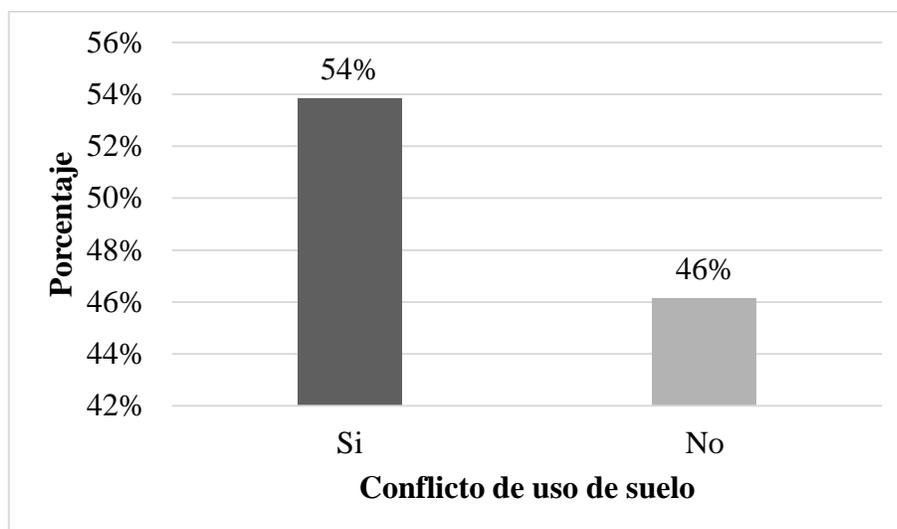
Del 100% de encuestados, el 54% respondió que Si, tienen conocimiento sobre el uso potencial del suelo, mismo que considera los factores limitantes para el desarrollo de actividades agrícolas; el 46% respondió que No, conoce el uso potencial del suelo.

Pregunta No. 5

¿Tiene conocimiento sobre que significa el conflicto de uso de suelo?

Conflicto del uso de suelo

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	7	54
No	6	46
Total	13	100



Análisis e interpretación

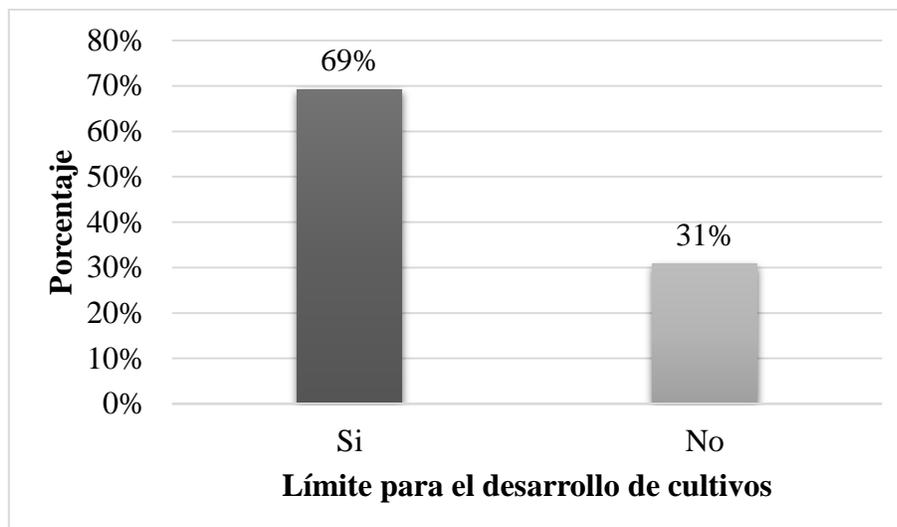
Del 100% de encuestados, el 54% respondió que Si, conocen sobre el conflicto de uso de suelo y los problemas que generarían al recurso como tal; el 46% respondió que No, conoce el conflicto de uso de suelo.

Pregunta No. 6

¿Conoce las limitaciones del suelo y el clima para el desarrollo de cultivos según la aptitud del suelo?

Límites del suelo y clima para el desarrollo de cultivos

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	9	69
No	4	31
Total	13	100



Análisis e interpretación

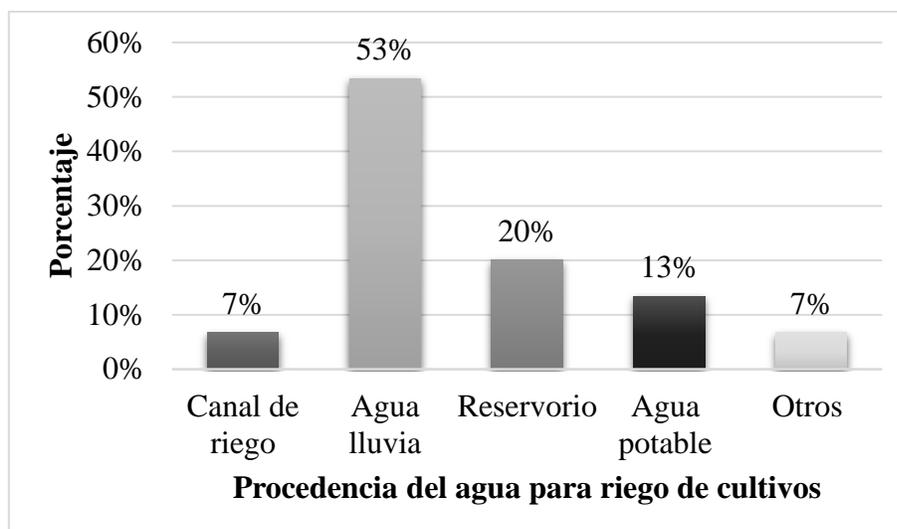
Del 100% de encuestados, el 69% respondió que Si, conoce las limitaciones del suelo y el clima para el desarrollo de cultivos; el 31% respondió que No, conoce las limitaciones del suelo.

Pregunta No. 7

¿De dónde proviene el agua que usted utiliza para el riego de los cultivos?

Procedencia del agua para riego de cultivos

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Canal de Riego	1	7
Agua Lluvia	8	53
Reservorio	3	20
Agua Potable	2	13
Otros	1	7
Total	15	100



Análisis e interpretación

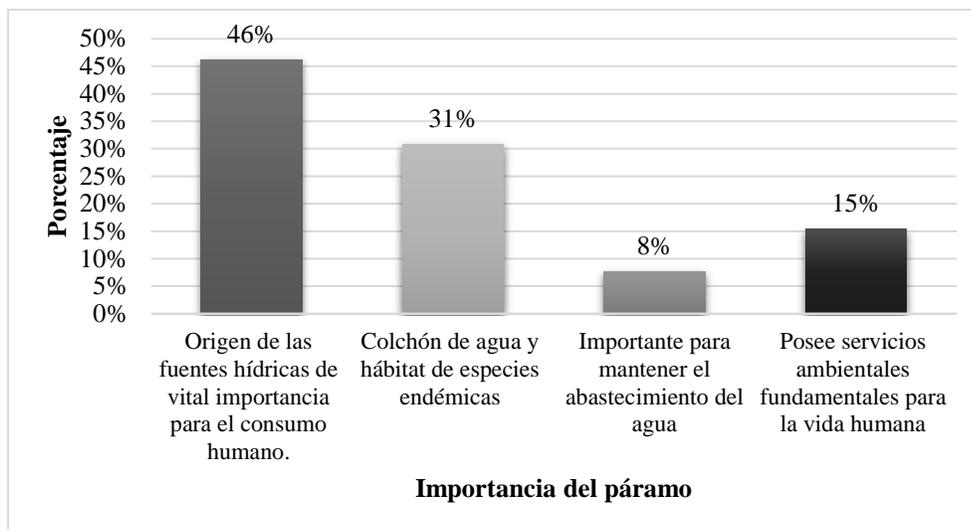
Del 100% de encuestados, el 53% respondió que el agua de lluvia es utilizada para el riego de los cultivos; el 20% hace uso de los reservorios comunitarios; el 13% utiliza el agua potable; el 7% contestó que hace uso del canal de riego; y el resto del 7% utiliza las vertientes que poseen en las comunidades de Angochagua.

Pregunta No. 8

¿Qué importancia tiene para usted el páramo?

Importancia del páramo

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Origen de las fuentes hídricas de vital importancia para el consumo humano.	6	46
Colchón de agua y hábitat de especies endémicas	4	31
Importante para mantener el abastecimiento del agua	1	8
Posee servicios ambientales fundamentales para la vida humana	2	15
Total	13	100



Análisis e interpretación

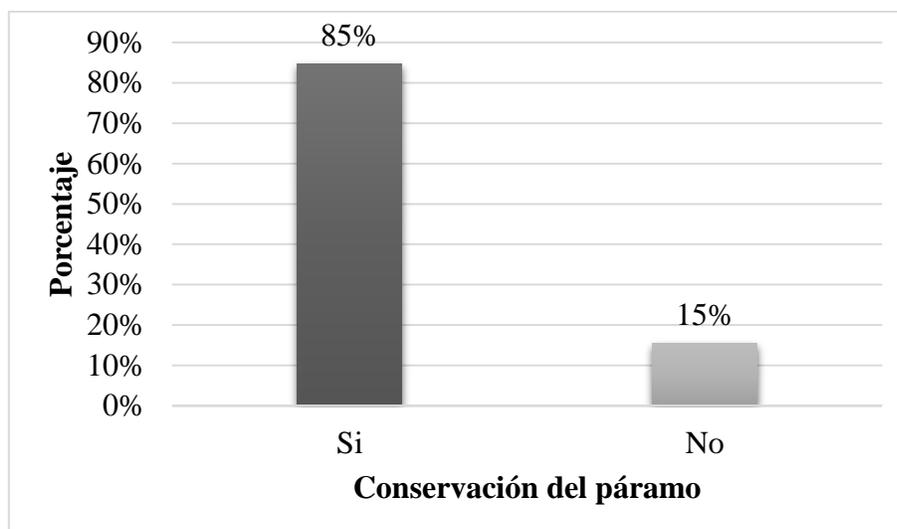
Del 100% de encuestados, el 46% respondió que el páramo es el origen de las fuentes hídricas de vital importancia para el consumo humano; el 31% comentó que el páramo es un colchón de agua y hábitat de especies endémicas; el 15% considera que el páramo es importante por poseer servicios ambientales que son fundamentales para la vida humana; y el 8% cree que es importante para mantener el abastecimiento del agua en las comunidades.

Pregunta No. 9

¿Considera usted que el páramo existente en su parroquia está bien conservado?

Conservación del páramo

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	11	85
No	2	15
Total	13	100



Análisis e interpretación

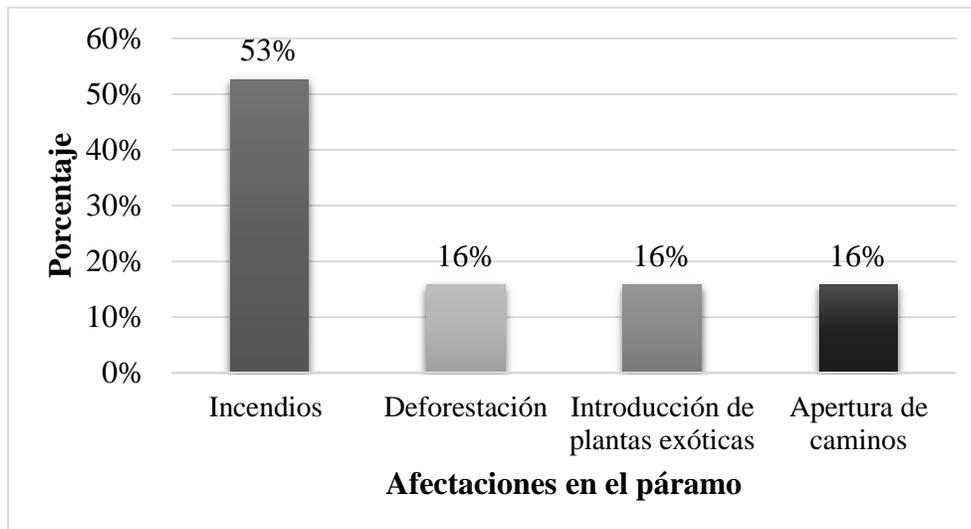
Del 100% de encuestados, el 85% considera que Si, está bien conservado el páramo en su parroquia, siendo las autoridades promotoras en concientizar y realizar acciones que permitan cuidar y mantener de estos recursos; el 15% considera que No, está bien conservado el páramo justificando la implementación de estrategias de conservación propuestas en el estudio.

Pregunta No. 10

¿Qué tipo de afectaciones se ha evidenciado en los años 2018 al 2020 en los páramos dentro de las parroquias?

Afectaciones que se han evidenciado los últimos años

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Incendios	10	53
Deforestación	3	16
Introducción de Plantas Exóticas	3	16
Apertura de caminos	3	16
Total	19	100



Análisis e interpretación

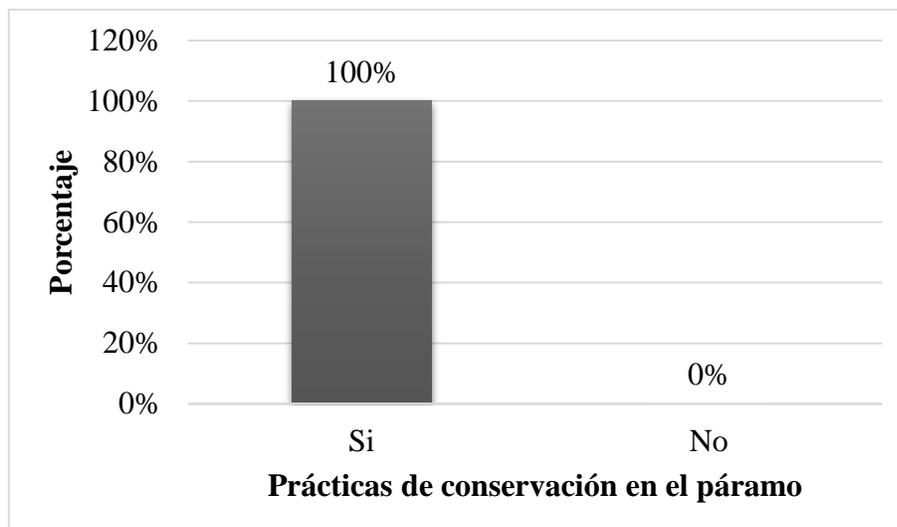
Del 100% de encuestados, el 53% respondió haber evidenciado incendios en los últimos años, generando pérdidas de especies endémicas en el páramo; el 16% se refiere a la deforestación; el 16% a la afectación por consecuencia de la introducción de plantas exóticas, principalmente del: Eucalipto, y Pino; y finalmente, el 16% seleccionó a la apertura de caminos.

Pregunta No. 11

¿Estaría dispuesto aplicar prácticas para la conservación del páramo en sus terrenos?

Prácticas de conservación

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	13	100
No	0	0
Total	13	100



Análisis e interpretación

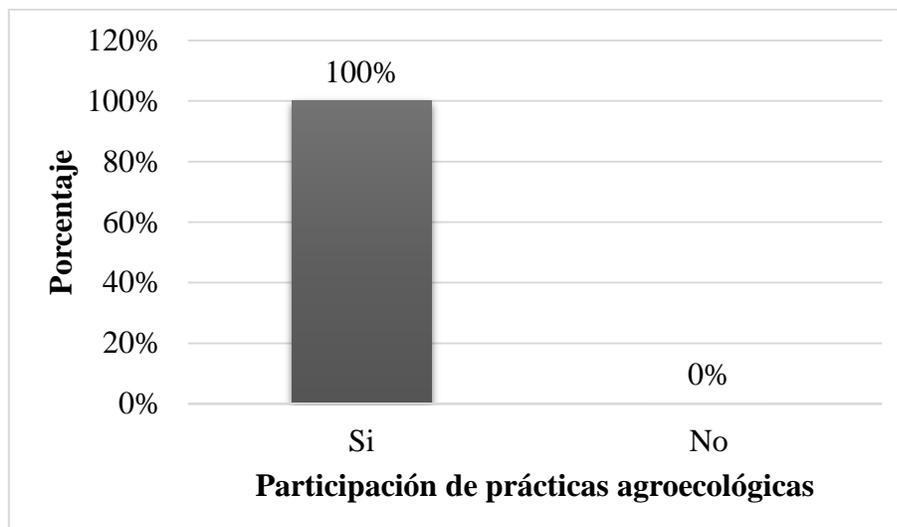
El 100% de encuestados, están de acuerdo en aplicar prácticas de conservación en sus terrenos, mismas, que mitigaran los impactos generados por las actividades agropecuarias.

Pregunta No. 12

¿Estaría usted de acuerdo en participar comunitariamente en la aplicación de prácticas agroecológicas?

Participación de prácticas agroecológicas

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	13	100
No	0	0
Total	13	100



Análisis e interpretación

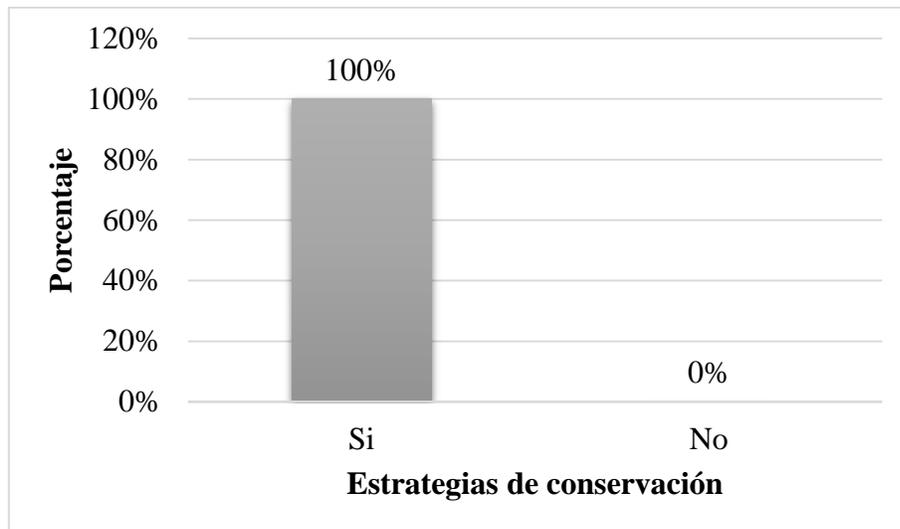
El 100% de encuestados, están de acuerdo en participar comunitariamente en la aplicación de prácticas agroecológicas, con el fin, de mantener su productividad y evitar el desgaste del suelo.

Pregunta No. 13

Esta usted de acuerdo en conocer las estrategias y resultados del presente estudio para la conservación del páramo de las parroquias.

Estrategias y resultados del estudio de conservación

Opción de respuesta	Frecuencia	%
Si	13	100
No	0	0
Total	13	100



Análisis e interpretación

El 100% de encuestados, están de acuerdo en conocer los resultados del presente estudio, mismo, que podrían ser utilizado como una herramienta por las comunidades para la toma de decisiones en fin de conservar el páramo y prevenir impactos que agoten al recurso natural. Además, es valor indicativo para la propuesta de conservación presentada en el estudio.

ANEXO 2. REGISTRO FOTOGRÁFICO

Anexo 2.1

Reconocimiento del área de estudio en la parroquia de Angochagua



Anexo 2.2

*Georreferenciación de bosques plantados (*E. melliodora*)*



Anexo 2.3

Reconocimiento del páramo y bosque nativo en las parroquias



Anexo 2.4

Verificación de las coberturas vegetales en las parroquias



Anexo 2.5

Encuestas a los dirigentes de las parroquias



Anexo 2.6

Reconocimiento de la junta parroquial de Angochagua



Anexo 2.7

Reconocimiento de la zona sin vocación de páramo



Anexo 2.8

Socialización del estudio en la parroquia de Mariano Acosta



Anexo 2.9

Socialización del estudio en la parroquia Angonchagua



ANEXO 3. TABLAS

Anexo 3.1

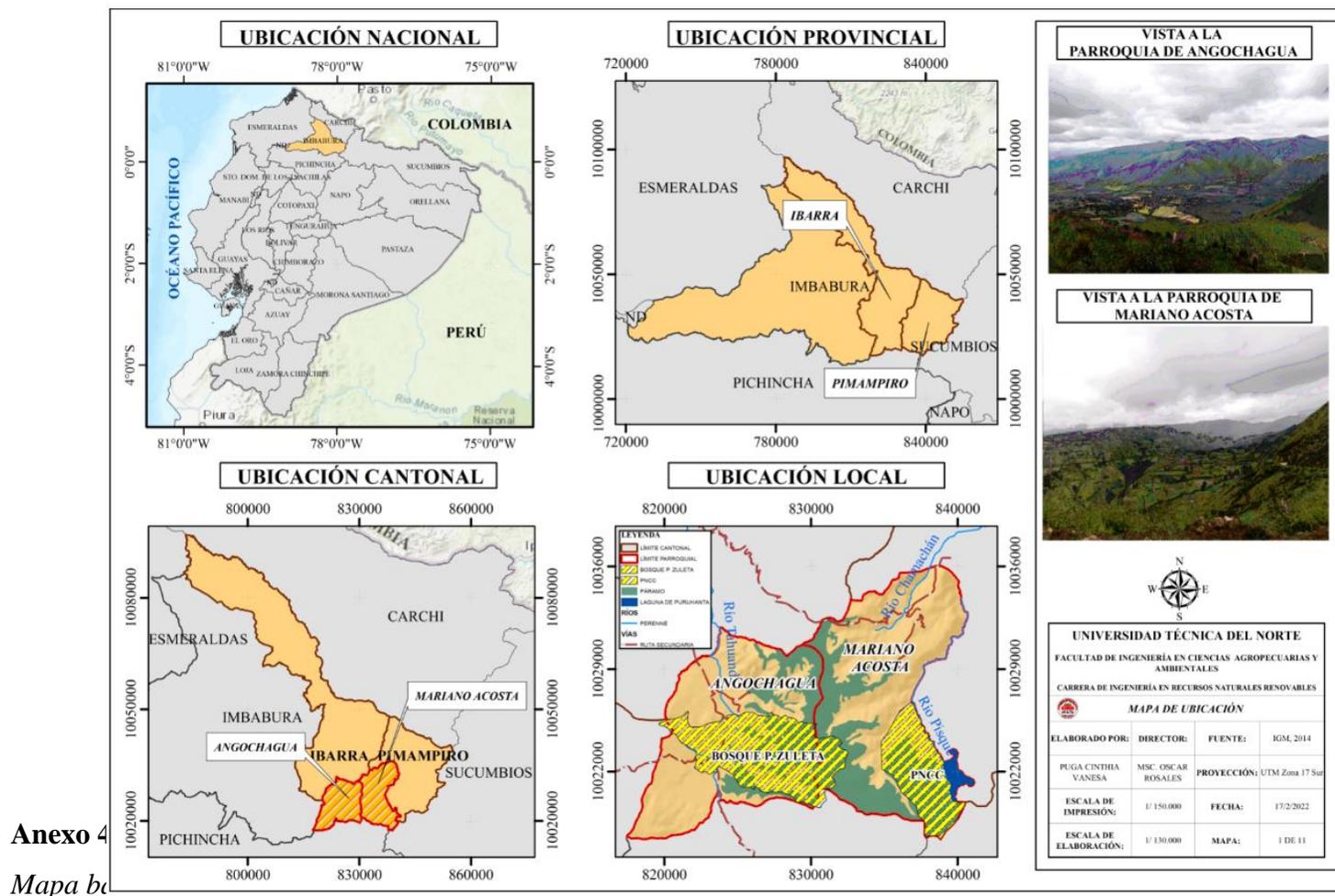
Resultado de la matriz de confusión

Datos de verdad											
	Clases	1	2	3	4	5	6	7	8	Clasificación general	Precisión del productor
											(precisión)
Resultados del clasificador	1	3	0	0	0	0	0	0	0	3	100%
	2	0	7	0	0	0	0	0	0	7	100%
	3	0	0	16	0	0	0	0	0	16	100%
	4	0	0	0	8	0	0	0	0	8	100%
	5	0	0	0	0	12	0	0	0	12	100%
	6	0	0	0	0	0	11	0	0	11	100%
	7	0	0	0	0	2	0	19	0	21	90.47%
	8	0	0	0	0	0	0	0	17	17	100%
Verdad en general		3	7	16	8	14	11	19	17	95	
Precisión del usuario (recuperación)		100%	100%	100%	100%	85.71 %	100%	100%	100%		
Precisión general (OA): 97.89%											
Kappa 1: 0.97											

ANEXO 4. CARTOGRÁFICA

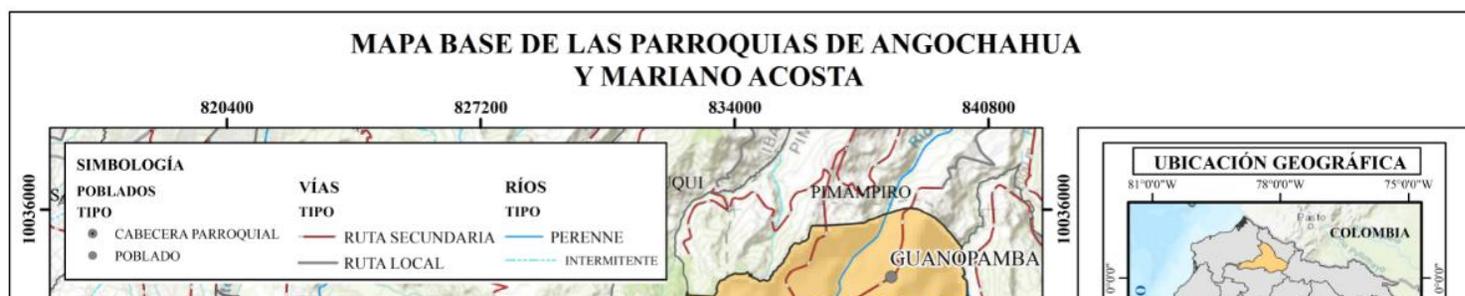
Anexo 4.1

Mapa de ubicación del área de estudio



Anexo 4

Mapa b



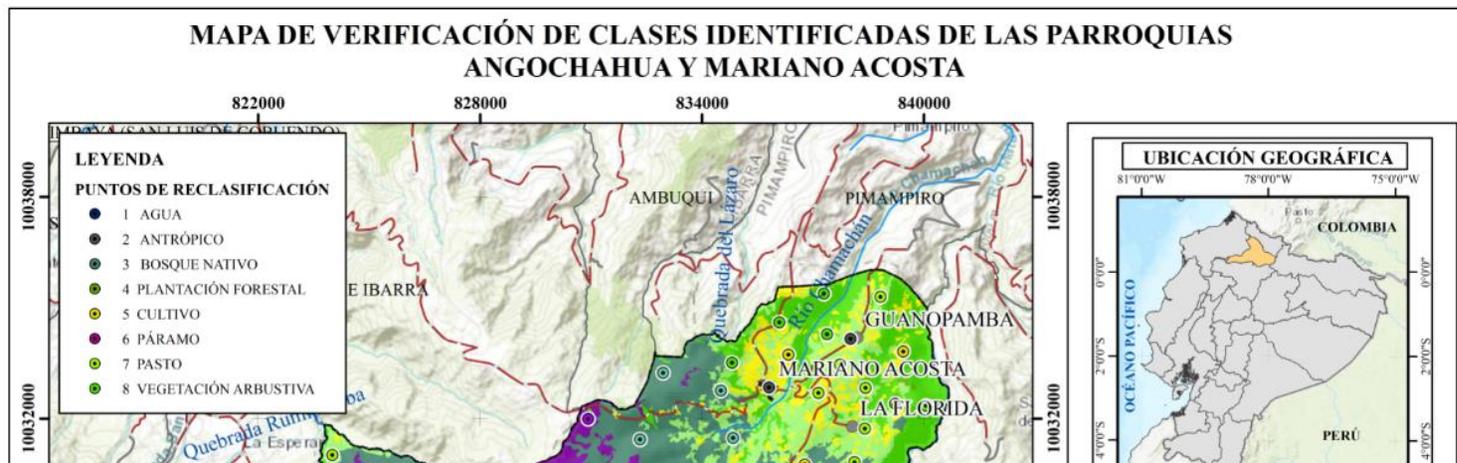
Anexo 4.3

Mapa de bioclima



Anexo 4.4

Mapa de verificación de clases identificadas



Anexo 4.5

Mapa de georreferenciación de las parroquias de Angochagua y Mariano Acosta



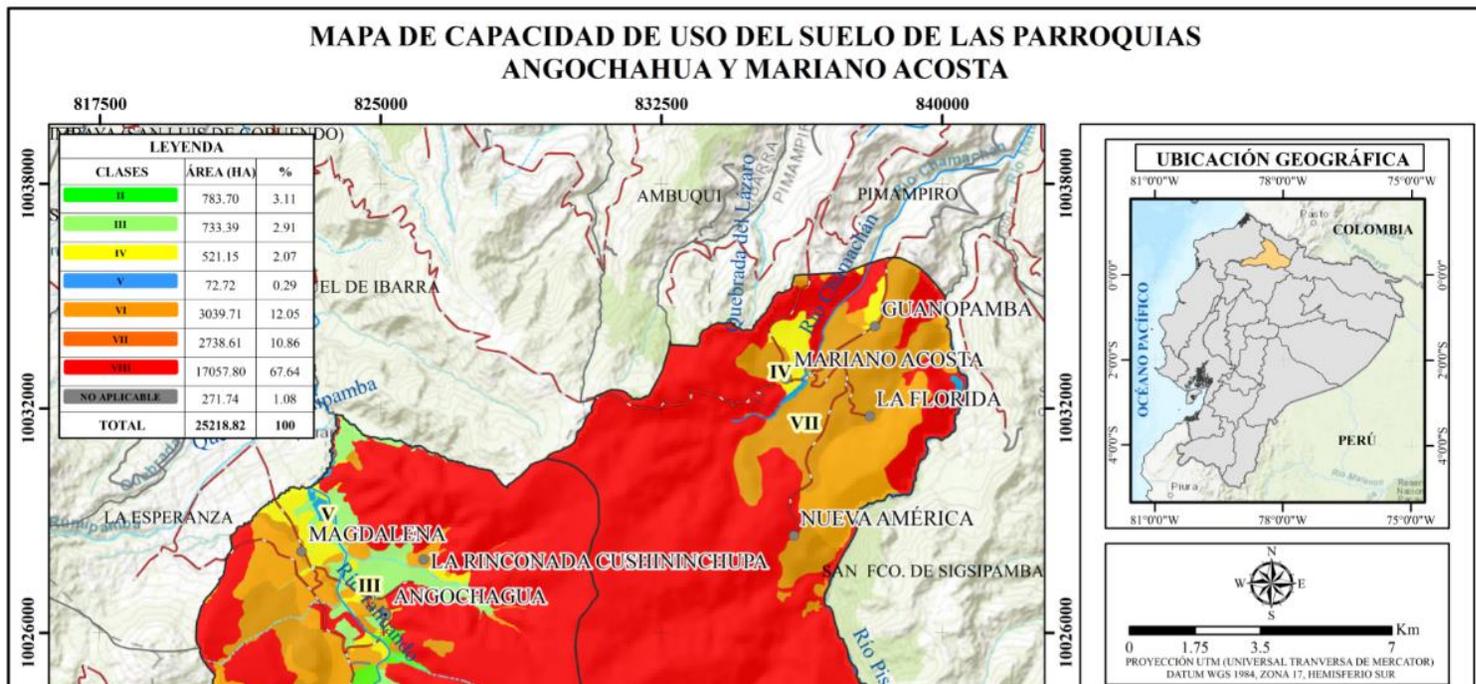
Anexo 4.6

Mapa de cobertura y uso de suelo



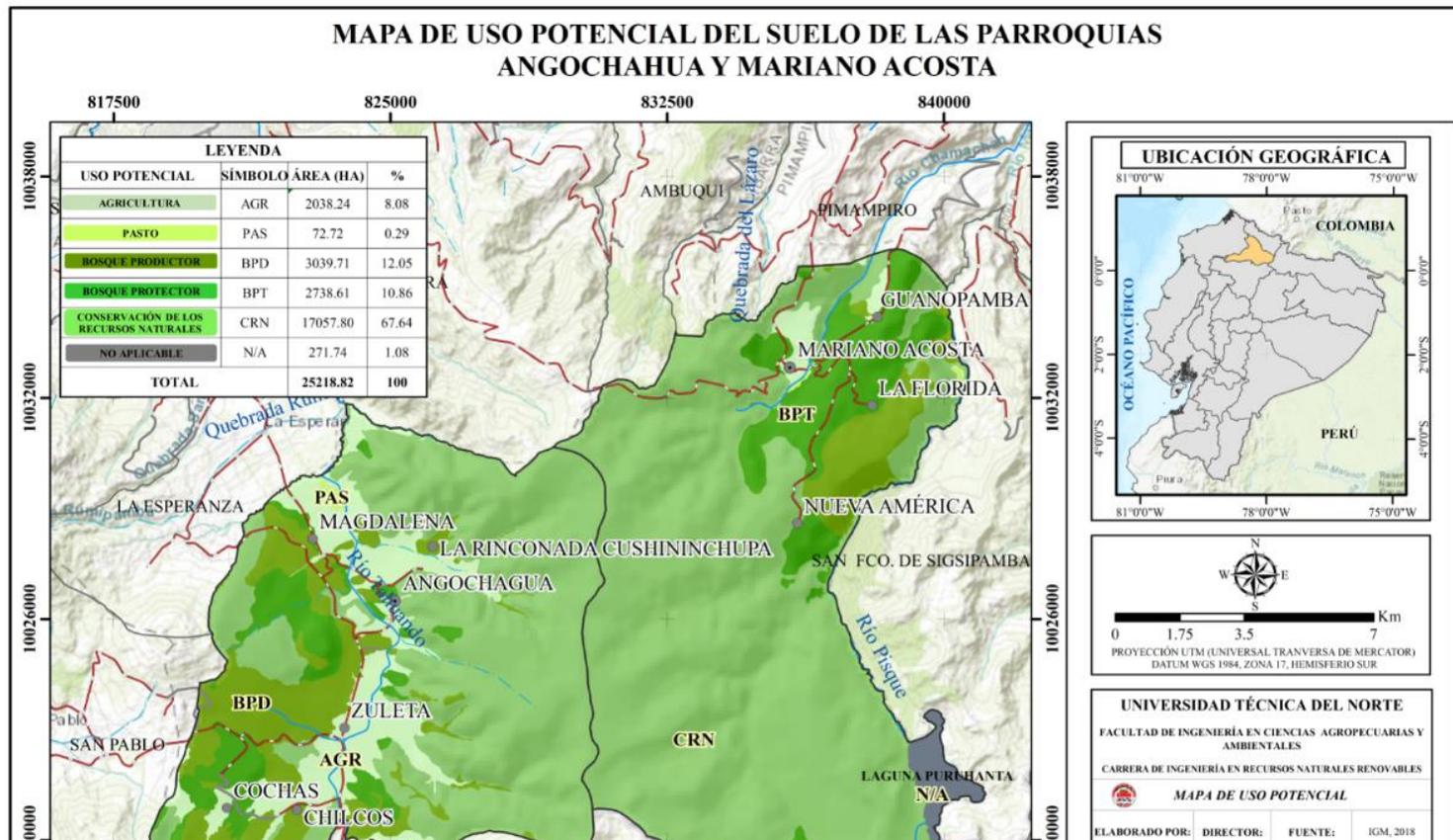
Anexo 4.7

Mapa de la capacidad de uso del suelo



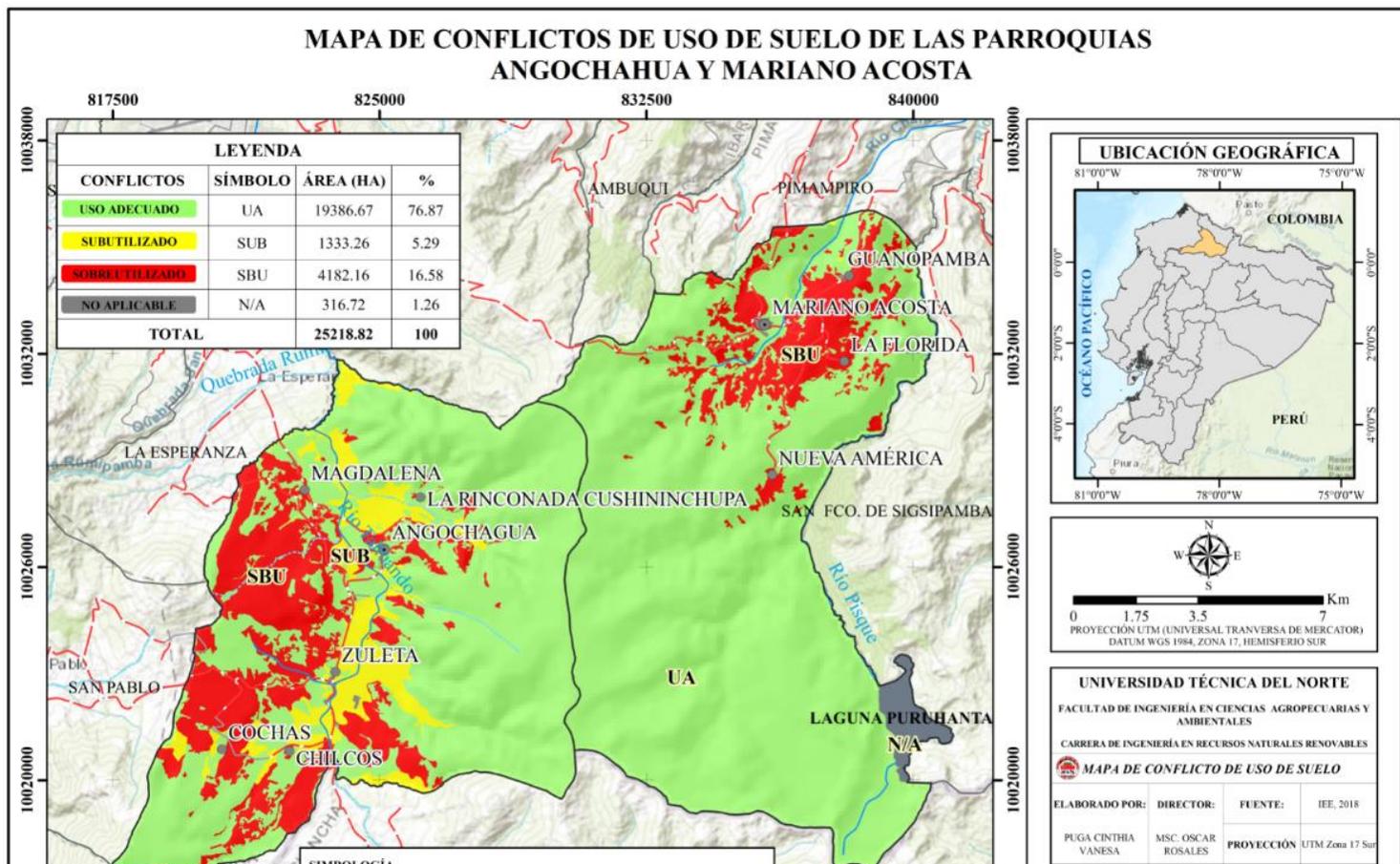
Anexo 4.8

Mapa de uso potencial del suelo



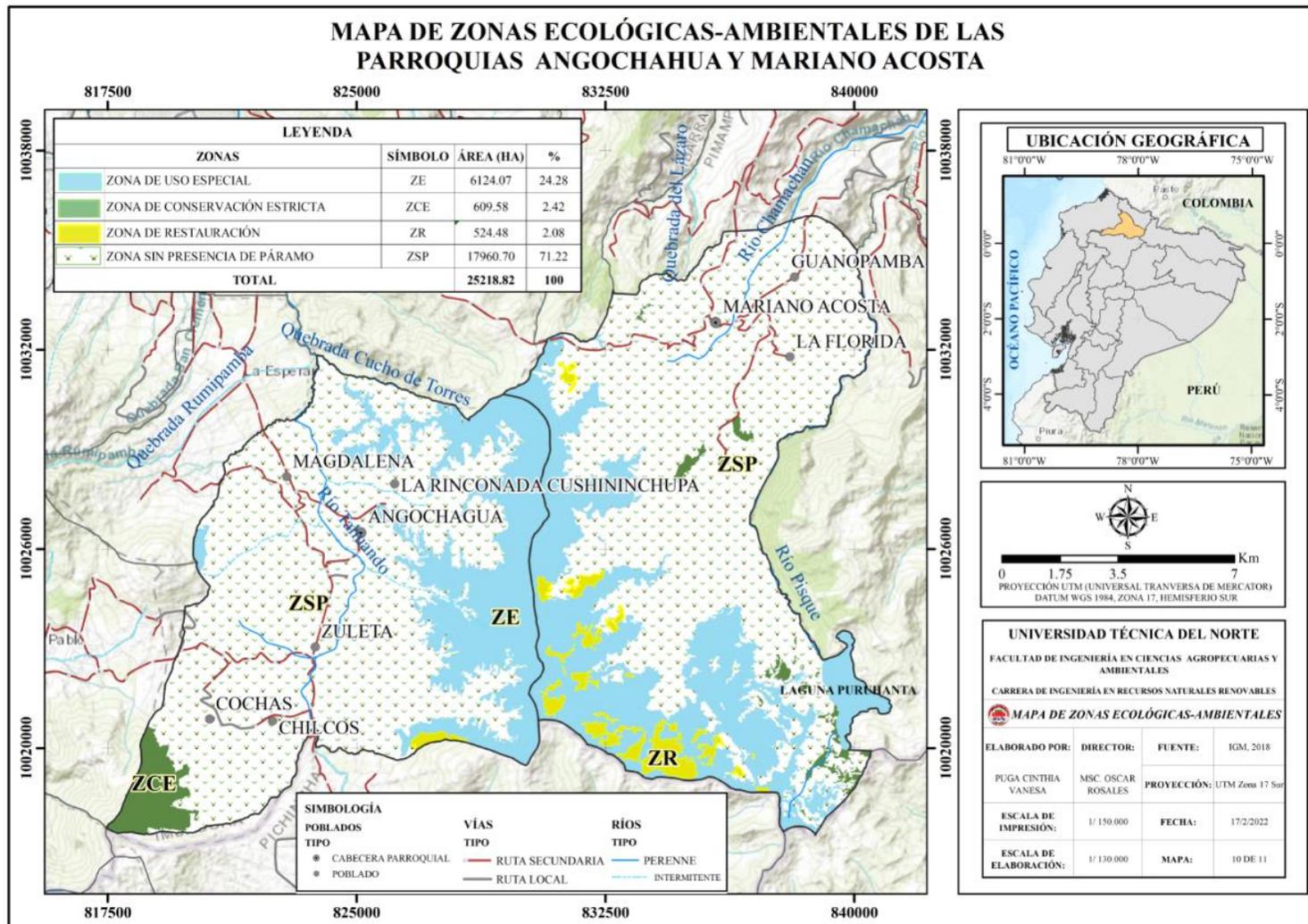
Anexo 4.9

Mapa de conflictos del suelo



Anexo 4.10

Mapa de zonas ecológicas-ambientales



Anexo 4.11

Mapa de estrategias de conservación

