UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

"PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA COMUNIDAD CAMUENDO, CANTÓN OTAVALO"

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Recursos Naturales Renovables

Línea de investigación: Biotecnología, energía y recursos naturales renovables

AUTORA:
Johanna Belén Tituaña Lechón

DIRECTORA:
PhD. Lucía Del Rocío Vásquez Hernández

Ibarra – Ecuador 2026

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECA

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	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Tituaña Lechón Johanna Belén

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA COMUNIDAD CAMUENDO, CANTÓN OTAVALO
AUTORA:	Tituaña Lechón Johanna Belén
FECHA:	04/09/2026
PROGRAMA:	■ **PREGRADO** □ **POSGRADO**
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	PhD. Lucía Del Rocío Vásquez Hernández
ASESOR:	PhD. Jorge Renato Oquendo Andino

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 es 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 04 días del mes de septiembre de 2026

LA AUTORA:



Firmado electrónicamente por:
JOHANNA BELEN TITUAÑA LECHON
Fecha: 2026-09-04T20:10:04Z
Nexus Soluciones

Johanna Belén Tituaña Lechón

1004887947

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por la Srta. Tituaña Lechón Johanna Belén, con cédula 100488794-7, bajo mi supervisión en calidad de directora.



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
LUCIA DEL ROCIO
VASQUEZ HERNANDEZ

_____

PhD. Lucía Del Rocío Vásquez Hernández

DIRECTORA

AGRADECIMIENTO

Agradezco primero a Dios todopoderoso, por todo su amor incondicional, por guiar cada paso de mi vida y ser mi fortaleza en los momentos de dificultad. Gracias por brindarme la sabiduría, la paciencia y la fortaleza suficiente para poder culminar esta meta y etapa de mi vida.

A mis padres y a mi abuelita, a quienes debo gran parte de este logro. No existen palabras suficientes para expresar la gratitud y todo el amor que siento por ustedes. Gracias por su sacrificio y por su esfuerzo incansable.
Cada página de este trabajo lleva una parte de su lucha y de su amor.
Espero que este logro sea motivo de orgullo y una pequeña forma de agradecerles todo lo que han hecho por mí.

A mi hermana y compañero de vida, que con su presencia hicieron que este proceso sea más llevadero. Gracias por su eterna paciencia, apoyo, amor y por estar siempre para mí cuando más lo necesitaba.

De igual forma expreso mi gratitud a mi directora de tesis PhD. Lucía Vásquez por su valiosa orientación, tiempo y paciencia durante el desarrollo de la investigación. Así mismo, agradezco a mi asesor PhD. Renato Oquendo por su generosa colaboración y por contribuir a la mejora del proyecto.

Extiendo un especial reconocimiento al PhD. Galo Pabón, quien con su destacada experiencia y compromiso académico ha sido mí guía desde los inicios del proyecto, gracias por brindarme la oportunidad.

De manera particular quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte, por proporcionarme las herramientas y conocimientos esenciales para mi desarrollo académico y profesional.

Por último, agradezco a todas y cada una de las personas cuya colaboración fue esencial para la realización de esta investigación.

Johanna Belén Tituaña Lechón

DEDICATORIA

Este triunfo en mi vida profesional está dedicado:

A Dios, por su amor infinito demostrado en oraciones contestadas, otorgándome salud y sabiduría durante este sendero académico. Sin su misericordia, nada sería posible.

A mi madre, Tránsito Lechón, la persona que más ha creído en mí, quién ilumina mi vida y hace que todos mis esfuerzos valgan la pena. De ella aprendí, que no hay razones suficientes para rendirnos si de cumplir nuestros sueños se trata y que podemos soñar cuan alto queramos, siempre con los pies y la conciencia en la tierra.
Gracias a ella, la que me aplaude, pero también me corrige cuando es necesario, la que trabaja incansablemente para financiar mis metas, la que ayuda sin esperar nada a cambio, la que sonríe y le alegra la vida a cualquier persona.
Todo se lo debo a ella. Su sacrificio, dedicación y confianza depositada en mí, me motivaron a culminar esta meta académica
Por ello esta tesis también es suya. Te amo inmensamente, mamá.

A mi abuelita, Carmelita Perugachi, aquella mujer que siempre estuvo orgullosa de mí y se mantuvo pendiente de cada actividad que realicé para darme ánimos. Una mujer capaz de sacrificar su propio bienestar por apoyarme y buscar mi felicidad.
Gracias por el inmenso amor con el que crecí mis primeros años de vida y hoy, al culminar esta etapa espero haber cumplido aquel hermoso anhelo que guardabas con tanto amor. Te amo mamita.

A mi padre, Rodrigo Tituaña, por amarme desde el primer instante de mi existencia quien ha sido mi mayor ejemplo de esfuerzo y dedicación. Le dedico este logro porque desde el principio me enseñó a no rendirme, a confiar en mis capacidades y a luchar por mis sueños con responsabilidad y disciplina.
Gracias por sus palabras de ánimo por cada sacrificio silencioso, por su comprensión y por su firme apoyo a pesar de las circunstancias del camino. Todo lo que soy y todo lo que he logrado lleva impreso el reflejo de sus enseñanzas y de su entrega incansable.

A mis hermanos Doménica e Isaac, que sin saberlo iluminaron muchos de mis días.
Gracias por sus abrazos sinceros, su compañía, sus ocurrencias y sus sonrisas, porque llegaron a recordarme que incluso en los momentos de mayor cansancio siempre había razones para seguir adelante.
Espero que algún día puedan mirar este trabajo y comprendan que los sueños se alcanzan cuando se lucha por ellos con el corazón.

Asimismo, dedico este logro al hombre y compañero de mi vida, mi amado Brandon Chiles, quien siempre ha creído en mí. Por ser mi cama en medio de las tormentas, mi luz en los días más oscuros, mi fuerza en los momentos de debilidad y mi serenidad entre tanto ruido.
Gracias por cada instante compartido, por acompañarme en mis sueños y en mis luchas, por celebrar conmigo cada logro y cada pequeña victoria, por hacer que incluso los días difíciles tengan sentido con tu amor y tu paciencia.
Gracias por tu compañía y por ser un pilar inquebrantable en cada paso de este proceso.
Esta tesis no solo refleja mi esfuerzo, sino también todo lo que construimos juntos y es tan tuya como mía. Te amo hoy y siempre.

A mi familia, por aplaudir tan fuerte cada triunfo y por sostenerme cuando el mundo se torna intranquilo.

A mis amigos, por las palabras de apoyo en momentos clave de esta experiencia. Los apreció.

Y, por último, a mí.
A la niña que alguna vez pensó que no podía lograrlo, que tuvo miedo y que dudó de sí misma.
Hoy quiero mirarla con orgullo y decirle que todo valió la pena. Que cada lágrima, cada noche de desvelo, cada momento de cansancio y cada vez que quiso rendirse, fueron parte del camino que la trajo hasta aquí.
Lo logramos.

Johanna Belén Tituaña Lechón

ÍNDICE DE CONTENIDO

Contenido

RESUMEN XIV

ABSTRACT XV

CAPÍTULO I 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. Revisión de antecedentes 1

1.2. Problema de la investigación y justificación 3

1.3. Pregunta directriz de la investigación 5

1.4. OBJETIVOS 5

1.4.1. Objetivo General 5

1.4.2. Objetivos Específicos 5

CAPÍTULO II 6

MARCO TEÓRICO 6

2.1. Diagnóstico de actividades antrópicas y sus efectos en la biodiversidad local 6

2.1.1. Actividades Agrícolas 6

2.1.2. Actividades Pecuarias 7

2.1.3. Actividades Agroforestales 8

2.2. Estrategias de recuperación y minimización de impactos antrópicos 9

2.2.1. Restauración Activa 9

2.2.2. Restauración Pasiva 10

2.2.3. Modelos Silvopastoriles como herramienta de conservación de la cobertura vegetal 11

2.2.4. Enriquecimiento de Especies 12

2.3. Plan de restauración ecológica 12

2.4. Marco legal 13

2.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008) 13
2.4.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992) 14
2.4.3. Código Orgánico del Ambiente (COA) 14
2.4.4. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) 15
2.4.5. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales 15
2.4.6. Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030 16
2.4.7. Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador no se detiene" 2025- 2029 16
2.4.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 17
2.5. Marco conceptual 19
2.5.1. Restauración ecológica: 19
2.5.2. Degradación antrópica: 20
2.5.3. Servicios ecosistémicos 20
2.5.4. Sucesión ecológica 21
2.5.5. Saberes ancestrales 21
CAPÍTULO III 22
METODOLOGÍA 22
3.1. Descripción de la investigación 22
3.1.1. Enfoque de la investigación 22
3.1.2. Tipo de investigación 23
3.1.3. Diseño de la investigación 23
3.2. Procedimiento de la investigación 24
3.2.1. Ubicación general del área de estudio 24
3.2.1.1. Diagnóstico de actividades antrópicas y efectos en la diversidad biológica 26
3.2.1.2. Generación de estrategias de recuperación de los ecosistemas y de minimización de impactos antrópicos 28

3.2.1.3. Plan de Restauración Ecológica participativo, con énfasis en prácticas sostenibles de manejo y conservación de los recursos naturales 30
3.3. Triangulación de datos 31
CAPÍTULO IV 32
RESULTADOS Y DISCUSIONES 32
4.1. Caracterización ambiental de la comunidad de Camuendo 32
4.1.1. Caracterización de los componentes bióticos 33
4.1.1.1 Distribución y composición del manto vegetal 33
4.1.1.1.2. Composición florística de la comunidad 36
4.1.2. Caracterización de los componentes abióticos 51
4.1.2.1. Características geomorfológicas del área de estudio 52
4.1.2.2. Distribución actual del uso del suelo 53
4.2. Caracterización socioeconómica de la comunidad de Camuendo 54
4.2.1. Entrevista 54
4.2.2. Encuesta 56
CAPÍTULO V 67
PROPUESTA DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA 67
5.1. Zonas prioritarias de intervención 67
5.1.1. Zonas de prioridad alta 67
5.1.2. Zonas de prioridad media 68
5.1.3. Zona de prioridad baja 68
5.2. Especies potenciales para la restauración 69
5.3. Estrategias específicas 71
5.3.1. Reforestación con especies nativas 72
5.3.2. Enriquecimiento de especies 74

5.3.3. Silvopastoreo 76
5.3.4. Estrategias de manejo del suelo 77
5.3.5. Riesgos de implementación y medidas de contingencia 80
5.4. Diseño participativo 82
5.5. Cronograma 84
5.6. Presupuesto 86
5.7. Monitoreo e indicadores 88
CAPÍTULO VI 91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 91
6.1. Conclusiones 91
6.2. Recomendaciones 92
BIBLIOGRAFÍA 93
ANEXOS 104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación geográfica del área de estudio “comunidad de Camuendo” 25
Figura 4.1. Referencia del lugar de estudio 34
Figura 4.2. Cobertura vegetal de la comunidad de Camuendo 35
Figura 4.3. Tipo de pendientes en la comunidad Camuendo 52
Figura 4.4. Conflictos de uso de suelo en la comunidad de Camuendo 53
Figura 4.5. Mapa parlante de la zona afectada dentro de la comunidad de Camuendo 56
Figura 4.6 Rango de edad de los pobladores de la comunidad de Camuendo (n=30) 57
Figura 4.7 Género de los encuestados (n=30) 58
Figura 4.8 Ubicación de parcelas (n=30) 59
Figura 4.9 Uso principal del recurso suelo (n=30) 59
Figura 4.10 Actividades que se realizan en los predios (n=30) 60
Figura 4.11 Problemas ambientales observados en los últimos años (n=30) 61
Figura 4.12 Disponibilidad de vegetación nativa en los predios (n=30) 61
Figura 4.13 Conocimiento de árboles o plantas nativas (n=30) 62
Figura 4.14 Disposición a participar en un plan de reforestación con especies nativas (n=30) ... 63
Figura 4.15 Beneficios esperados de la restauración ecológica (n=30) 64
Figura 4.16 Intereses en prácticas sostenibles (n=30) 64
Figura 4.17 Apoyo técnico institucional (n=30) 65
Figura 4.18 Disposición a participar en jornadas comunitarias de restauración (n=30) 66
Figura 4.19 Apoyo gubernamental dirigido a la comunidad (n=30) 66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Relación del marco legal con el plan de restauración ecológica 17

Tabla 4.1. Inventario de flora..... 37

Tabla 5.1 Matriz de relación 79

Tabla 5.2 Riesgos de implementación y medidas de contingencia..... 80

Tabla 5.3 Cronograma del plan de restauración 85

Tabla 5.4 Presupuesto para el plan de restauración ecológica..... 87

Tabla 5.5 Sistema de monitoreo e indicadores 89

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA COMUNIDAD CAMUENDO, CANTÓN OTAVALO

Trabajo de titulación

Johanna Belén Tituaña Lechón

RESUMEN

El objetivo de este estudio es proponer un plan de restauración ecológica para áreas degradadas por actividades antrópicas en la comunidad Camuendo, cantón Otavalo, provincia de Imbabura, como respuesta al deterioro ambiental generado por la expansión de la frontera agrícola, el sobrepastoreo, la quema de vegetación, la introducción de especies invasoras y la fragmentación de hábitats, procesos que han ocasionado una pérdida de la cobertura vegetal, erosión y disminución de la materia orgánica. A raíz de esto se llevaron a cabo recorridos de campo, identificación de áreas intervenidas y registro de la cobertura vegetal para realizar un diagnóstico ambiental del área de estudio. Para completar el diagnóstico, se aplicaron encuestas a los residentes de la comunidad y una entrevista semiestructurada al presidente de la comunidad, lo que permitió integrar la percepción local y los saberes ancestrales. Los hallazgos mostraron que las actividades pecuarias y agrícolas son las que más impacto ambiental provocan sobre el ecosistema. No obstante, el empleo de agroquímicos, la presencia de especies invasoras y la quema de rastrojos han jugado un papel significativo en el deterioro de los servicios ecosistémicos. Por lo que, el plan de restauración propuesto constituye una solución técnica y participativa, que en un plazo de cinco años permitirá incrementar la cobertura vegetal en un 70 %, aumentar la materia orgánica del suelo en un 50 % y reducir la erosión hídrica en un 40 %, de modo que, contribuirá a la recuperación de la salud ecológica, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos de la comunidad.

Palabras clave: Restauración ecológica; degradación ambiental; actividades antrópicas; participación comunitaria; especies nativas.

ABSTRACT

The objective of this study is to propose an ecological restoration plan for areas degraded by human activities in the Camuendo community, Otavalo canton, Imbabura province, in response to the environmental deterioration caused by the expansion of the agricultural frontier, overgrazing, vegetation burning, the introduction of exotic species, and habitat fragmentation—processes that have led to a loss of vegetation cover, erosion, and a decrease in organic matter. To this end, field surveys were conducted, impacted areas were identified, and vegetation cover was recorded to perform an environmental assessment of the study area. To complete the assessment, surveys were administered to community residents, and a semi-structured interview was conducted with the community president, allowing for the integration of local perceptions and ancestral knowledge. The findings showed that livestock and agricultural activities have the greatest environmental impact on the ecosystem. However, the use of agrochemicals, the presence of invasive species, and the burning of crop residues have also played a significant role in the deterioration of ecosystem services. Therefore, the proposed restoration plan constitutes a technical and participatory solution, which within five years will allow for a 70 % increase in vegetation cover, a 50 % increase in soil organic matter, and a 40 % reduction in water erosion, thus contributing to the recovery of ecological health, biodiversity, and ecosystem services for the community.

Keywords: Ecological restoration; environmental degradation; human activities; community participation; native species

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Revisión de antecedentes

Ecuador es reconocido como uno de los países megadiversos del mundo, debido a la alta diversidad de ecosistemas, especies y recursos genéticos (INABIO, s.f.). No obstante, la degradación y destrucción de muchos ecosistemas ha acelerado de forma relativa la crisis ambiental y la reducción de los múltiples servicios ambientales, tales como la producción de agua, la fijación de CO2, la productividad del suelo, la biodiversidad de los ecosistemas, entre otros (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014). Estas presiones se relacionan con procesos de deforestación, expansión de actividades agropecuarias, aprovechamiento no sostenible de recursos naturales y actividades extractivas, entre otros factores (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Por lo tanto, diseñar un plan de restauración frente a la notoria degradación de los recursos naturales no solo logrará restablecer la biodiversidad, la estructura física y las funciones biológicas, sino que a través de una serie de estrategias sostenibles podrá asistir a la recuperación de un ecosistema que se encuentra degradado, dañado o destruido fortaleciendo así la resiliencia del entorno (Clewell *et al*., 2004).

Particularmente en la provincia de Imbabura se encuentra un extenso mosaico de ecosistemas nativos como lo son, páramos, matorrales, bosques nativos, y vertientes de agua, que sin duda se han visto afectados por la práctica inadecuada de los mismos pobladores de las comunidades situadas en las estribaciones del Taita Imbabura, que si bien es cierto lo hacen para solventar sus diferentes necesidades pero a la vez provocan la progresiva degradación de los recursos naturales, haciendo que tanto la flora como la fauna nativa desaparezcan (Benalcázar & Rosero, 2010). Por ello, realizar un diagnóstico socioambiental del área de estudio constituye una herramienta dinámica que permite identificar y evaluar los cambios recientes en la cobertura natural y en general, de los procesos ecológicos del territorio.

Múltiples estudios han registrado experiencias de restauración ecológica en el país. Una de ellas es el caso de Minda (2020), en donde realizó un programa de restauración ecológica en el Parque Nacional Cayambe-Coca dentro de las 7717,42 hectáreas de ecosistema natural alterado como resultado de la conversión del uso del suelo, debido a la ganadería y la agricultura extensiva. En este sentido, se evaluó la eficacia de los ensayos de restauración a nivel de especie, para ello se realizó un seguimiento mensual durante un año sobre el crecimiento y la supervivencia de 312 individuos pertenecientes a ocho especies vegetales que empleaban diferentes estrategias de nucleación: monoespecíficas, asociadas y mixtas. Se informó que las especies más adecuadas para la restauración son: *Oreopanax ecuadorensis, Morella pubescens, Polylepis incana y Alnus acuminata*. ya que se demostró su gran adaptabilidad a suelos pobres y condiciones extremas, características de los páramos andinos.

Del mismo modo la Unidad Hidrográfica Jatunhuaycu ubicada en la provincia de Pichincha ha sido objeto de estudios que evidencian la eficacia de técnicas de restauración que han logrado adaptarse a las condiciones propias del páramo. Entre ellas destacan el aislamiento de sectores de páramo para evitar la compactación edáfica y facilitar la regeneración de especies hidro indicadoras como *Calamagrostis intermedia*, logrando un incremento del 40 % en cobertura vegetal, la propagación in situ de especies nativas mediante trasplante de brotes y viveros altimontanos, el traslado de suelo edáfico con banco de semillas, reintroducción de microbiota simbiótica y propágulos de *Azorella pedunculata* para acelerar la sucesión ecológica en un 30 %, por último, construcción de estructuras para control de erosión donde, a partir de estructuras de distintos tamaños a manera de barreras horizontales harán que disminuya la pérdida de suelo y su erosión en un 85 %, recuperando el 92 % de la conductividad hidráulica saturada (Aguirre & Torres, 2014).

En el contexto regional, el estudio de Ortiz (2018) propone la restauración ecológica como una estrategia clave productiva en el páramo Cruz Verde-Sumapaz, Colombia en donde se destaca la identificación de zonas prioritarias para restauración activa o pasiva, tomando como enfoque a tres niveles de degradación, restauración total, rehabilitación ecológica y recuperación funcional. Los cuales deben integrar diagnósticos técnicos, participación comunitaria y planificación a largo

plazo, con la finalidad de garantizar la sostenibilidad ecológica sin perjudicar la seguridad alimentaria de las comunidades campesinas.

Dentro del cantón Otavalo, específicamente en la comunidad de Camuendo existen pocas investigaciones documentadas en donde se realice un análisis a fondo de los efectos que traen consigo las actividades antrópicas en el ambiente. Es por esto que, a través de la participación comunitaria y la incorporación de saberes ancestrales se podrá recuperar la funcionalidad ecológica y la productividad sostenible de áreas degradadas.

1.2. Problema de la investigación y justificación

La degradación de los ecosistemas es un tema de gran auge dentro de la provincia de Imbabura, puesto que el 55,14 % del total del territorio se encuentra intervenido por actividades antrópicas. Por si no fuera poco, en el año de 2024 el 21,3 % de tierras de la provincia fueron tierras agrícolas con degradación muy alta, alta y media, por otro lado, un 33,7 % representó ecosistemas medianamente, alta y muy altamente degradados (GAD Provincial de Imbabura, 2023). Adicionalmente, desde 2002 hasta el 2025, Imbabura perdió 2.9 kha (miles de hectáreas) de bosque primario húmedo, lo que representó un 22 % de su pérdida total de cobertura arbórea (Global Nature Watch, s. f.). No obstante, la recurrencia de incendios como mecanismo para limpiar terrenos y eliminar la maleza no deseada, se ha convertido en una práctica agrícola y forestal que constituye un daño hacia el ambiente.

De acuerdo con los Informes de Situación Nacional SitRep de la Secretaría de Gestión de Riesgos, en el año 2023 se registró la mayor cantidad de incendios forestales (416 eventos), lo que representó el 13,85 % del área nacional afectada, convirtiéndose en la tercera provincia con mayor número de incendios. En el cantón Otavalo se reportaron 75 incendios forestales, con una afectación de 157,95 hectáreas de cobertura vegetal, equivalentes al 6,12 % del total provincial afectado por incendios durante ese año. Estos datos demuestran que los incendios representan una presión actual sobre la vegetación rural, los matorrales, los pastizales, los bosques y otros ecosistemas sensibles del territorio (Páliz & Suquilanda, 2025).

La deforestación es otro de los fenómenos causantes de la reducción forestal a causa de factores naturales o humanos, entre los factores que la ocasionan están los incendios forestales, la agricultura, la construcción de infraestructuras, la actividad minera y la urbanización. De acuerdo con la información generada desde el proyecto Map Biomas Ecuador, en el año 2022 el 30,7 % del país ha sido transformado a usos antrópicos. Especialmente, la conversión de tierras para agricultura que abarca más de 12 000 hectáreas ha sido identificada como el principal motor de esta deforestación (Global Nature Watch, s. f.). A razón de esto, el diseño de un plan de restauración es fundamental para revertir los procesos de degradación física y biológica que de una u otra forma afectan la estabilidad del suelo.

En el cantón Otavalo, la presión sobre los recursos naturales es crítica, específicamente cuando se trata de ecosistemas altoandinos o de páramo. La principal causa directa de degradación de tierras en los Andes Tropicales proviene de prácticas agrícolas poco sostenibles (CONDESAN, 2024). Dentro de este contexto, en la comunidad de Camuendo se ha podido observar una degradación progresiva de los recursos naturales a causa de las actividades antrópicas. Lo cual conlleva grandes consecuencias como la compactación y erosión del suelo, la pérdida de materia orgánica, pérdida de cobertura vegetal y reemplazo de bosques nativos, lo cual pone en riesgo al ecosistema, sin dejar de lado la disminución de la conectividad ecológica y la interacción de los factores bióticos y abióticos.

A razón de esto, el diagnóstico del área de estudio es de suma importancia para plantear un plan de restauración que aborde principalmente el estado actual de las zonas degradadas frente a las actividades antrópicas suscitadas a lo largo de los años, convirtiéndose en un gran paso para proponer estrategias que sean compatibles con el entorno y la realidad comunitaria a fin de fortalecer la conciencia ambiental y salvaguardar los servicios ecosistémicos locales que son esenciales para la vida. A diferencia de otras comunidades del cantón, la comunidad de Camuendo presenta una limitada disponibilidad de información, tanto técnica como científica lo que dificulta el desarrollo y planificación de acciones. Por lo que, generar información primaria mediante trabajo de campo y demás actividades a proponer constituirá una base técnica y sólida para futuros proyectos enfocados en la conservación, protección y restauración de recursos naturales.

Finalmente, el presente trabajo de investigación responde a las políticas del GAD Provincial de Imbabura (2023-2027), el cual propone alcanzar la restauración forestal de 4 074 hectáreas para el año 2027. Dentro de las prácticas a integrarse se encuentran la siembra de especies nativas y la recuperación de suelos erosionados (GAD Provincial de Imbabura, 2023). Por lo que, implementar estrategias de restauración ecológica dentro de la comunidad de Camuendo se convierte en una acción concreta de gestión territorial sostenible, logrando recuperar la estructura vegetal natural y conseguir un aumento de la biodiversidad edáfica, obteniendo de esa forma suelos aún más fértiles y ricos en nutrientes.

1.3. Pregunta directriz de la investigación

¿Cómo las actividades antrópicas en la comunidad de Camuendo han generado procesos de degradación, y de qué manera un plan de restauración ecológica puede contribuir a la recuperación de los ecosistemas afectados y sus servicios ecosistémicos?

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Proponer un plan de restauración de ecosistemas degradados por actividades humanas en la comunidad de Camuendo, cantón Otavalo, con el propósito de mejorar la salud ecológica de la región, promover la biodiversidad y asegurar la sostenibilidad de los servicios ecosistémicos.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el tipo de actividades antrópicas que afectan la diversidad biológica local y los efectos potenciales del daño ocasionado en los ecosistemas del sector.
- Generar estrategias de recuperación de los ecosistemas y de minimización de impactos antrópicos, mediante la incorporación de especies nativas adaptadas al ecosistema local y de prácticas ambientales sostenibles.
- Proponer un Plan de Restauración Ecológica para las comunidades locales, con énfasis en prácticas sostenibles de manejo y conservación, en colaboración con organizaciones gubernamentales y no gubernamentales para asegurar recursos y apoyo técnico.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Diagnóstico de actividades antrópicas y sus efectos en la biodiversidad local

Hoy en día, la pérdida de biodiversidad es rápida y continúa debido a diferentes factores principalmente por la forma en que el hombre se ha relacionado con la naturaleza, dicha relación ha llegado a afectar a los diferentes niveles de organización, desde el nivel genético hasta los ecosistemas en general y mucho más cuando se trata de zonas muy transformadas por la concentración de la población humana. Dentro del cantón Otavalo se presenta un proceso notorio de degradación debido a factores como el crecimiento demográfico, la expansión de la frontera agrícola, la tala indiscriminada por los pobladores de las comunidades para cubrir sus necesidades, provocando de esa forma la fragmentación de ecosistemas como lo es el bosque nativo y páramo, así como el incremento de áreas sin vegetación y mosaicos agropecuarios (Suárez *et al*., 2024).

Por lo tanto, el diagnóstico socioambiental del área de estudio constituye una etapa fundamental para identificar las presiones antrópicas que inciden en la degradación de los ecosistemas y determinar el estado actual de la cobertura vegetal, el suelo y la biodiversidad. Este proceso permite reconocer las zonas con mayor nivel de deterioro, fragmentación o pérdida de vegetación nativa, así como establecer las causas relacionadas con la expansión de actividades agropecuarias, la tala, los incendios forestales, el sobrepastoreo, la erosión y otras prácticas de uso inadecuado del territorio. A partir de esta información, es posible diseñar estrategias sostenibles para la restauración y conservación del ecosistema.

2.1.1. Actividades Agrícolas

Es el entendimiento de grupos de tareas orientadas a la generación de cosechas en un terreno, ya sea en el exterior o bajo condiciones reguladas como los invernaderos. Esta tarea abarca, entre otras, la preparación del terreno, la plantación, el riego, la fertilización, la supervisión fitosanitaria, la recolección y la gestión postcosecha. Es importante subrayar que, para asegurar la seguridad alimentaria, estos trabajos deben llevarse a cabo en condiciones apropiadas de higiene, seguridad ecológica y salud laboral. Además, es fundamental examinar las condiciones del terreno y su

historia antes de usarlo para la agricultura, ya que, si hay contaminantes o factores de riesgo presentes, su utilización se ve obstaculizada. Asimismo, los productos empleados, como el agua para riego o los fertilizantes, deben cumplir con estándares de calidad predefinidos. En este caso, los esfuerzos en el sector agrícola buscan no solo la producción de alimentos, sino también salvaguardar la salud del consumidor y conservar los recursos naturales. Por ello, se requieren procesos de documentación y comprobación para cada fase del proceso de producción (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2020).

En un contexto más simple, la agricultura es un proceso de producción, histórica y socialmente determinado; en este contexto, el ser humano utiliza sus capacidades y saberes por medio de sus herramientas de trabajo para modificar el entorno biológico y físico, con la finalidad de conseguir productos que le sean provechosos a partir de las poblaciones de animales y plantas. Sin embargo, es muy común que los grupos de agricultores y campesinos pongan en práctica una serie de actividades agrícolas con las que buscan adaptarse a las propiedades de cada unidad de suelo, tales propiedades generalmente muestran cambios negativos como un deterioro de este importante recurso, situación que es originada por el uso inapropiado, prolongado o intensivo de agroquímicos lo que ha generado problemas en la calidad de los suelos (Berrelleza *et al*., 2021).

2.1.2. Actividades Pecuarias

Se entiende por actividades pecuarias a todo el conjunto de métodos, operaciones y administración vinculados con la crianza, gestión, reproducción, nutrición, salud, bienestar y venta de animales de producción, tales como bovinos, porcinos, aves, entre otros. Estas actividades deben llevarse a cabo bajo regulaciones que garanticen la seguridad de los productos derivados de animales y salvaguarden la salud humana, el entorno y el bienestar de los animales, en este escenario, se engloban acciones como la limpieza y desinfección de instalaciones, la supervisión veterinaria, la adecuada disposición de residuos, el registro de medicamentos y la rastreabilidad de los productos. Asimismo, necesita que el personal esté debidamente capacitado y que los procedimientos estén documentados. Estas acciones no solo garantizan productos seguros para el consumo, sino que además mejoran la competitividad del sector ganadero al promover una producción sostenible y responsable (Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario, 2023).

La actividad pecuaria es una actividad económica del sector primario que implica alimentar y cuidar animales como vacas, cerdos, pollos, borregos, gallinas y otros. Sin embargo, tienen un impacto significativo en prácticamente todas las esferas del medio ambiente, como lo son los recursos naturales y la biodiversidad en general contribuyendo así al origen de problemas ambientales. Al verter nutrientes y materia orgánica, patógenos y residuos farmacológicos en ríos, lagos y aguas costeras, en numerosas circunstancias se convierte en la fuente de contaminación terrestre más importante. Los animales y sus excrementos generan gases que afectan el cambio climático. La deforestación para convertir los bosques en terrenos de pastoreo y áreas agrícolas dedicadas a la producción de comida para el ganado es otra causa de emisión de gases. La producción pecuaria, al requerir tierras para la cría de ganado y los cultivos forrajeros, altera y disminuye hábitats naturales. (FAO, 2006).

2.1.3. Actividades Agroforestales

Los sistemas agroforestales se caracterizan como métodos de aprovechamiento y gestión sostenible de la tierra donde, de forma intencionada y en el mismo lugar, se incorporan cultivos agrícolas, árboles y, en ciertas situaciones, animales. Este enfoque busca aprovechar adecuadamente los recursos naturales y generar múltiples beneficios en el ámbito económico, social y ambiental. Esta integración fomenta la fertilidad del suelo, protege la biodiversidad y evita la erosión, además de aumentar el rendimiento de alimentos, madera, leña, forraje y otros bienes. Estos sistemas también permiten que los agricultores diversifiquen sus ganancias, aumenten su capacidad de resistencia ante el cambio climático y promuevan prácticas sostenibles a largo plazo. Así pues, los sistemas agroforestales constituyen una opción factible para el progreso rural sostenible, particularmente en áreas de gran vulnerabilidad ambiental (César Pereira *et al*., 2011).

La producción agroforestal se constituye en un sistema productivo donde se combinan plantaciones arbóreas, con la implementación de cultivos o el manejo integrado de animales de manera conjunta, en la misma unidad de producción, donde el objetivo principal es mantener los principios de rendimiento y sostenibilidad de los factores. La adopción de sistemas agroforestales contribuye a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono y metano),

disminuye la presión sobre los ecosistemas vulnerables y mejora las condiciones de vida de las comunidades rurales a modo de posibilitar la restauración de los paisajes, la recuperación de los suelos y de los servicios ambientales (Sanabria, 2010).

2.2. Estrategias de recuperación y minimización de impactos antrópicos

Las prácticas sostenibles son esenciales para minimizar los impactos antrópicos y garantizar la sostenibilidad de los recursos naturales y el bienestar comunitario. El cantón Otavalo ha llevado a cabo proyectos destinados a restaurar zonas perjudicadas por la actividad humana; uno de ellos es el bosque municipal "San Vicente", un proyecto emblemático que tiene como objetivo recuperar el pulmón verde de Otavalo por medio de la siembra de especies autóctonas, tales como "cholán" (*Tecoma stans*), "yalomán" (*Delostoma integrifolia*), "tilo" (*Sambucus nigra*) y "capulí" (*Prunus serotina*), entre otros, así como rehabilitar caminos e implementar espacios recreativos. Por supuesto, la restauración ecológica del sector tiene el objetivo de optimizar la estructura, la funcionalidad y la composición del ecosistema. Por medio de una restauración activa que consiste en implementar diversas actividades hasta conseguir la transformación completa de los eucaliptos por especies nativas. de la zona (Chacón, 2021).

2.2.1. Restauración Activa

Está comprendido que los servicios ecosistémicos son las ventajas, tanto directas como indirectas que los ecosistemas naturales brindan a las personas, estos servicios abarcan la regulación climática, la salvaguarda del suelo, el ciclo hidrológico, la polinización, la acumulación de carbono y la biodiversidad, entre otros. Específicamente, los bosques desempeñan un papel esencial en la prestación de estos servicios, dado que almacenan agua, disminuyen la escorrentía, evitan inundaciones y mejoran la calidad del aire y del terreno. Igualmente, resultan fundamentales para el equilibrio económico y cultural de las comunidades locales, dado que suministran alimentos, medicamentos y recursos. Entender la relevancia de estos servicios facilita la apreciación correcta de los ecosistemas y fomentar tácticas de preservación y gestión sostenible que garanticen su conservación para las futuras generaciones (Estrella Yanguas & Alicia Calle, 2015)

La recuperación ecológica es un procedimiento científico y técnico que persigue la restauración de la estructura, función y dinámica de los ecosistemas deteriorados, empleando principios ecológicos y de administración adaptativa, esta perspectiva no solo busca recuperar la biodiversidad, sino también redefinir los servicios ecosistémicos fundamentales como la filtración del agua, la regulación climática y la preservación del terreno. Para lograr este propósito, es esencial comprender las condiciones de referencia del ecosistema inicial, definir objetivos específicos, incorporar a los participantes locales y utilizar métodos que respeten los ciclos ecológicos naturales. También resulta necesario evaluar continuamente la restauración para asegurar la eficacia de las acciones implementadas. Este proceso también tiene una importancia social considerable, ya que fortalece los vínculos entre las comunidades humanas y su entorno natural, promoviendo un desarrollo sostenible a largo plazo (Mola Iñaki *et al*., 2018).

2.2.2. Restauración Pasiva

La restauración pasiva es un enfoque ecológico que persigue la restauración de ecosistemas deteriorados eliminando las causas de alteración, sin intervención directa en los procesos de revegetación o reintroducción de especies en contraposición a la restauración activa, este método no demanda plantación de plantas ni alteraciones físicas del entorno, sino que se fundamenta en la habilidad natural de regeneración de los ecosistemas. Para que la acción sea eficaz, es necesario reconocer de manera anticipada los elementos de degradación, tales como el pastoreo excesivo, la tala, los incendios frecuentes o la actividad antrópica sin control, tras identificar estos factores, se implementan estrategias de gestión como la expulsión de ganado, la limitación de acceso o la regulación de incendios, con el objetivo de disminuir la presión sobre el ecosistema (Cecilia Smith *et al*., 2010).

La germinación natural de semillas remanentes, el surgimiento de especies vegetales o la vuelta de la fauna nativa son procesos ecológicos internos que pueden reactivarse y fortalecerse. Esta clase de restauración es especialmente adecuada para zonas en las que el nivel de degradación no ha sobrepasado ciertos límites ecológicos, lo que posibilita la continuación del proceso sucesor natural sin requerir más intervención. No obstante, es imprescindible un monitoreo técnico y constante para garantizar que la regeneración ocurra en el plazo establecido y que los peligros

iniciales no vuelvan a aparecer. En otras palabras, se enfoca en erradicar o reducir las alteraciones que provocan la degradación, permitiendo que el ecosistema deteriorado pueda recuperar su estructura y funcionalidad de manera autónoma. Es importante subrayar que siempre se debe considerar esta opción como la primera alternativa, dado que frecuentemente sus resultados pueden ser similares y a menudo superiores a los de la restauración activa. (Mola *et al.*, 2018).

2.2.3. Modelos Silvopastoriles como herramienta de conservación de la cobertura vegetal

Los modelos silvopastoriles constituyen una estrategia integral de agroecología para preservar la cobertura vegetal, al fusionar de manera sinérgica árboles, arbustos, pasturas y animales en un único sistema de producción esta integración facilita la restauración de terrenos degradados, potencia la retención de agua y promueve el reciclaje eficaz de nutrientes. Adicionalmente, la incorporación de especies de origen leñoso promueve la captura de carbono y disminuye considerablemente las emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo de esta manera a atenuar el cambio climático desde una perspectiva ecológica, estos sistemas fomentan la diversidad biológica tanto de plantas como de animales, creando hábitats funcionales en paisajes fragmentados. Desde el punto de vista productivo, aumentan la biomasa forrajera y la calidad nutricional del pasto debido a la fijación de nitrógeno y a la sombra moderada. Igualmente, su aplicación potencia la estabilidad estructural del terreno y reduce la erosión (Alonso, 2011).

Por otro lado, los modelos silvopastoriles no solo representan una opción factible para la producción ganadera sustentable, sino también un instrumento esencial para la administración ambiental y la resistencia climática de las zonas rurales. Estos sistemas son una mezcla de árboles, arbustos forrajeros y pastos destinados a la producción ganadera, enfocados en la conservación de los recursos naturales, así como su uso en la alimentación de los animales garantizando la permanencia de la vegetación leñosa a lo largo del tiempo. La relevancia de estos sistemas es que pueden contribuir significativamente a mantener una cobertura de vegetación constante en el suelo, probablemente haciéndolo más fértil a medio plazo, además de aportar un sinnúmero de ventajas en la producción de animales (Lam, 2016).

2.2.4. Enriquecimiento de Especies

El enriquecimiento forestal con especies autóctonas es una estrategia silvicultural dirigida a aumentar la cobertura de bosques y optimizar la funcionalidad ecológica en zonas degradadas o con matorrales en contraposición a la reforestación tradicional, este método se fundamenta en la incorporación de especies de árboles de gran valor ecológico y económico en franjas abiertas en vegetación secundaria, facilitando una regeneración asistida y gradual. Adicionalmente, se ve como una estrategia eficaz para incrementar la captura de carbono, preservar la biodiversidad local y estabilizar los terrenos, todo esto sin obstaculizar las actividades de producción, es importante resaltar que su puesta en marcha demanda un meticuloso proceso de elección de especies, teniendo en cuenta aspectos como la resistencia a la sombra, la presencia de semillas, las condiciones del terreno y el valor comercial a futuro. En cambio, acciones complementarias como la limpieza, fertilización, podas y raleos resultan fundamentales para asegurar un desarrollo saludable de las plántulas (Armién *et al*., 2015).

El enriquecimiento forestal, basado en su enfoque ecosistémico, ayuda a recuperar servicios ambientales fundamentales como la infiltración de agua y la regulación de la erosión, fomentando paisajes más resistentes y sostenibles (Iliana Armién *et al*., 2015). Mientras que el enriquecimiento de especies en áreas degradadas, también denominado enriquecimiento de bosques autóctonos es un método de recuperación ecológica que persigue potenciar la biodiversidad y la salud de ecosistemas deteriorados. Involucra la plantación o incorporación de especies autóctonas o preferidas en zonas donde la vegetación original ha sufrido alteraciones, usualmente mediante la tala selectiva o la deforestación, con el propósito de optimizar la estructura del ecosistema y restaurar funciones ecológicas vitales, además de potenciar la resistencia de los ecosistemas. (Yepes, 2025).

2.3. Plan de restauración ecológica

La restauración ecológica es un campo de conocimiento aún en construcción, ya que requiere de conocimientos en diferentes áreas, tales como la erosión, la desertificación, la sucesión, la dinámica de las comunidades animales y vegetales, el flujo de energía y los componentes sociales y económicos que permitan de una u otra forma ponderar el tipo de perturbación y con ello la

eficaz elaboración de estrategias a largo plazo. Sin duda la conservación ecológica es una estrategia para prevenir la pérdida de la diversidad biológica, evitando el deterioro de los paisajes nativos y de las funciones de los ecosistemas. La resistencia de los ecosistemas naturales respecto de los cambios provocados por distintas actividades humanas es uno de sus atributos ya que se debe a la resiliencia que poseen los ecosistemas (Palacios & Guerrero, 2024).

El Plan de Restauración sirve como herramienta de comunicación, alineando a las partes interesadas y fomentando la colaboración. Se ha demostrado que un buen diseño, planificación, implementación, participación de las partes interesadas, y monitoreo para el manejo adaptativo mejoran los resultados de la restauración (Díaz *et al*., 2025). Adicionalmente el éxito de un plan de restauración requiere de una planificación participativa que integre el diagnóstico del estado actual del ecosistema como la selección de técnicas de restauración y un cronograma de actividades estratégico. Todas las problemáticas generadas por las actividades antrópicas no son un tema que se pueda resolver de manera aislada, la participación de actores locales, gubernamentales y no gubernamentales será pieza clave para el éxito del plan de restauración ecológica. Además de promover prácticas sostenibles de manejo y conservación, con el objetivo de utilizar los recursos naturales de manera responsable, minimizando el impacto ambiental y promoviendo el bienestar social y económico.

2.4. Marco legal

El conjunto de normas legales y reglamentarias que regulan la conservación, protección y restauración de los ecosistemas en Ecuador es lo que se entiende por marco jurídico o marco legal.

2.4.1. Constitución de la República del Ecuador (2008)

Es la norma suprema que predomina sobre todas las demás del sistema jurídico, además de que constituye el principal referente para la protección de la naturaleza y la conservación de los recursos naturales del país. Para el presente trabajo de investigación adquieren especial importancia y relevancia los artículos 72, 409 y 410, debido a que mantienen una relación directa con la problemática ambiental de la comunidad y con la necesidad de implementar acciones orientadas a la recuperación de los servicios ecosistémicos locales.

El artículo 72 establece que la naturaleza tiene derecho a la restauración. Este reconocimiento implica que la restauración no debe entenderse únicamente como una acción opcional frente al deterioro ambiental, sino como parte de la protección de los derechos de la naturaleza. Por otro lado, el artículo 409 establece que, la conservación del suelo constituye un asunto de interés público y prioridad nacional, y señala la necesidad de prevenir procesos de degradación asociados, entre otros factores, con la contaminación, la desertificación y la erosión. Asimismo, dispone que en áreas afectadas por procesos de degradación y desertificación se desarrollen proyectos de forestación, reforestación y revegetación, priorizando el uso de especies nativas y adaptadas a las condiciones de cada zona. Finalmente, el artículo 410 establece que, el Estado debe brindar apoyo a los agricultores y a las comunidades rurales para la conservación y restauración de los suelos, así como para el desarrollo de prácticas agrícolas que contribuyan a su protección (Asamblea Nacional Constituyente de Montecristi, 2008).

2.4.2. Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992)

El presente convenio internacional se encuentra ratificado por el Ecuador mediante Registro Oficial Suplemento No. 647. Este instrumento constituye el principal tratado internacional orientado a la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Además, de respetar y perseverar los conocimientos y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales vinculadas a la conservación de la naturaleza. Para el desarrollo de esta investigación se considera pertinente el artículo 8, literal f), el cual establece que las Partes deben, en la medida de lo posible y según corresponda, rehabilitar y restaurar los ecosistemas degradados y promover la recuperación de especies amenazadas mediante planes u otras estrategias de manejo. Esta disposición presenta una relación directa con el propósito de la investigación, ya que el producto final corresponde precisamente a un plan orientado a la restauración de áreas degradadas (Naciones Unidas, 1992).

2.4.3. Código Orgánico del Ambiente (COA)

El COA tiene como meta asegurar el derecho de la gente a residir en un medio ambiente equilibrado y saludable desde el punto de vista ecológico, además de salvaguardar los derechos de la naturaleza. Estos instrumentos refuerzan los derechos que garantizan la sostenibilidad,

mantenimiento, salvaguarda y restauración del medio ambiente por lo que, los artículos 118 y 119 adquieren especial importancia para el desarrollo del trabajo de investigación.

El Artículo 118, que se refiere a la restauración ecológica, esta disposición contempla la restauración de suelos y ecosistemas degradados y establece criterios relacionados con la regeneración natural cuando esta sea técnica, económica y socialmente viable. Su incorporación resulta pertinente porque permite orientar las estrategias propuestas en función del nivel de alteración identificado en cada área, evitando asumir que todas las zonas requieren necesariamente el mismo tipo de intervención. Mientras que, el artículo 119 se relaciona con programas y proyectos de reforestación destinados a la conservación o recuperación de áreas en proceso de degradación (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017).

2.4.4. Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)

La incorporación del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización resulta importante debido a que el área de estudio de la investigación se desarrolla en una comunidad rural perteneciente al cantón Otavalo y plantea una propuesta que, para su recurrente implementación, requeriría articulación con los diferentes niveles de gobierno. Bajo este contexto, el artículo 42, literal d), resulta pertinente por las competencias de los gobiernos autónomos descentralizados provinciales relacionadas con la gestión ambiental, incluyendo acciones vinculadas con la recuperación de ecosistemas frágiles y suelos degradados, así como con la forestación y reforestación con especies nativas o adaptadas (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015).

2.4.5. Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales

La presencia de la Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales dentro del trabajo de investigación es muy fundamental debido a las características rurales y productivas del área de estudio. La normativa establece que la tierra rural debe cumplir una función social y ambiental, relacionando su aprovechamiento con la conservación de los recursos naturales y la sostenibilidad. Por lo que, el artículo 12, referente a la función ambiental de la propiedad rural, constituye un

elemento relevante para la investigación, debido a que vincula el manejo de la tierra con el mantenimiento de la cobertura vegetal, la protección del suelo y la conservación de los recursos naturales. La propia Asamblea Nacional señala que este artículo contempla el mantenimiento de la cobertura vegetal y políticas de protección del suelo (Asamblea Nacional República del Ecuador, 2016).

2.4.6. Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030

Este plan fue autorizado a través del Acuerdo Ministerial No. 065, establece una política pública que recupere espacios degradados a nivel nacional con el involucramiento de entidades públicas y privadas. Busca recuperar ecosistemas prioritarios, mejorar la seguridad hídrica y alimentaria, fortalecer la conservación de la biodiversidad y combatir la desertificación. Adicionalmente promueve el uso preferente de especies nativas y adaptadas a las zonas para evitar monocultivos y asegurar la sostenibilidad de la restauración. Estableciendo de esa manera directrices para la implementación de procesos sostenibles de restauración en la planificación territorial y la gestión ambiental (Ministerio del Ambiente, 2019).

2.4.7. Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador no se detiene” 2025- 2029

El presente trabajo se alinea directamente con el Plan Nacional de Desarrollo “Ecuador no se detiene” 2025- 2029, el cual es un instrumento que se estructura en cinco ejes estratégicos, siendo el tercero de ellos, el Eje Ambiente, Agua, Energía y Conectividad, el que orienta directamente la protección de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas y el fortalecimiento de la resiliencia territorial frente a los efectos del cambio climático, además de la recuperación de zonas erosionadas y áreas productivas. Por lo que, el plan de restauración ecológica dirigido a la comunidad de Camuendo responde a los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, ya que propone implementar estrategias sostenibles que contribuyan a la recuperación de la cobertura vegetal, la protección de suelo y la mejora de la salud ecológica del ecosistema, todo esto se lo realizará bajo enfoques de participación comunitaria en conjunto con sus saberes y conocimientos ancestrales (Secretaría Nacional de Planificación, 2025).

2.4.8. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La recuperación ecológica de zonas deterioradas no solo es una respuesta a las regulaciones nacionales que salvaguardan la diversidad biológica y los ecosistemas, sino que también encaja dentro de los acuerdos internacionales firmados por Ecuador. El presente trabajo se vincula con la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por la Organización de las Naciones Unidas en 2015 y suscrita por el Ecuador como política de Estado, la cual establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) orientados a erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar la prosperidad para todas las personas hacia el año 2030 (Organización de las Naciones Unidas, 2015a).

De los 17 objetivos de desarrollo sostenible, el *ODS 15 - Vida de ecosistemas terrestres* se constituye el eje central de la presente investigación ya que permite llevar a cabo una gestión sostenible para detener e invertir la degradación de las tierras y poner un alto a la disminución de la diversidad biológica. Entre las metas que se relacionan directamente con el estudio se encuentran: la meta *15.1*, que tiene como objetivo cuidar la preservación, la restauración y la utilización sostenible de los ecosistemas terrestres; seguido de la meta *15.2*, que busca detener la deforestación, restaurar los bosques que han sufrido degradación y aumentar la forestación y reforestación globalmente, la meta *15.3*, por su parte, consiste en combatir la desertización, restaurar las tierras y los suelos que han sido degradados y trabajar para alcanzar un mundo con una degradación del suelo neutra. Se ha considerado, por último, el objetivo *15.5*, que anticipa tomar medidas relevantes e inmediatas para frenar la pérdida de la biodiversidad y disminuir el deterioro de los hábitats naturales (Organización de las Naciones Unidas, 2015b).

Tabla 2.1. *Relación del marco legal con el plan de restauración ecológica*

Norma/Instrumento	Artículo/Eje/Meta	Relación
Constitución de la República del Ecuador (2008)	**Art. 72. Derechos de la naturaleza** - Reconoce el derecho de la naturaleza a la restauración.	Este artículo permite sustentar directamente el objetivo general de la investigación, en donde se prevé proponer un plan de restauración ecológica por actividades antrópicas, orientado a restablecer en lo posible las condiciones y funciones ecológicas de los espacios intervenidos.

Constitución de la República del Ecuador (2008)	**Art. 409. Conservación del suelo** - Establece disposiciones para la conservación del suelo y la prevención de su degradación; contempla el uso de especies nativas y adaptadas a la zona en acciones de forestación y reforestación.	Se relaciona directamente con el diagnóstico de las áreas afectadas en Camuendo, debido a que la degradación del suelo constituye uno de los efectos que pueden derivarse de determinadas actividades antrópicas. Además, respalda la consideración de especies nativas en las estrategias de restauración.
Constitución de la República del Ecuador (2008)	**Art. 410. Conservación y restauración de suelos en comunidades rurales** - Promueve el apoyo a agricultores y comunidades rurales para la conservación y restauración de los suelos.	Presenta una relación estrecha con el contexto territorial de la investigación, debido a que se vincula directamente con el carácter rural y comunitario de Camuendo y con la necesidad de incorporar prácticas de conservación y restauración del suelo.
Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992)	**Art. 8, literal f)** - Rehabilitación y restauración de ecosistemas degradados y recuperación de especies amenazadas mediante planes u otras estrategias de manejo.	Guarda una relación directa con el objetivo general ya que permite ampliar el enfoque de la propuesta hacia la recuperación de la biodiversidad y de las funciones ecológicas.
Código Orgánico del Ambiente (COA)	**Art. 118. Restauración ecológica -** Regula la restauración de suelos y ecosistemas degradados y considera la regeneración natural como una alternativa cuando resulte técnica, económica y socialmente viable.	Permite orientar la propuesta de acuerdo con las características y el nivel de alteración de cada área identificada, considerando que no todos los espacios requieren necesariamente la misma estrategia o intensidad de intervención.
Código Orgánico del Ambiente (COA)	**Art. 119. -** Programas y proyectos de reforestación para conservación y recuperación de áreas degradadas.	Respalda que las acciones de recuperación de cobertura vegetal sean técnicamente pertinentes dentro del plan.
Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)	**Art. 42, literal d)** - Competencias relacionadas con la gestión ambiental, recuperación de ecosistemas frágiles y suelos degradados, forestación y reforestación con especies nativas y adaptadas.	Permite relacionar la propuesta de restauración con la gestión ambiental y territorial de los gobiernos autónomos descentralizados.
Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales	**Art. 12. Función ambiental de la propiedad rural** – Relaciona el aprovechamiento de la tierra rural con la conservación de los recursos naturales y la protección ambiental.	Relaciona el manejo de las áreas rurales y productivas de Camuendo con la conservación del suelo y la cobertura vegetal.

Plan Nacional de Restauración Forestal 2019–2030	**Lineamientos nacionales de restauración forestal** - Orientaciones para la recuperación de áreas degradadas y el fortalecimiento de procesos de restauración forestal.	Constituye un referente técnico para orientar la formulación de estrategias de recuperación de áreas degradadas, tomando como punto de partida las condiciones biofísicas, las presiones antrópicas y las características de las áreas priorizadas en el diagnóstico.
Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador No Se Detiene" 2025–2029	**Eje: Ambiente, Agua, Energía y Conectividad** - Orientaciones nacionales relacionadas con la protección del ambiente y los recursos naturales.	Permite articular la investigación con la planificación nacional vigente en materia de protección ambiental, conservación de recursos naturales y sostenibilidad territorial.
Agenda 2030 – Objetivo de Desarrollo Sostenible 15: Vida de ecosistemas terrestres	**Metas 15.1, 15.2, 15.3 y 15.5** – Conservación y restauración de ecosistemas terrestres; recuperación de bosques degradados; rehabilitación de tierras y suelos degradados; reducción de la degradación de hábitats y pérdida de biodiversidad.	Las metas seleccionadas permiten relacionar la recuperación de las áreas degradadas de Camuendo con la conservación de los ecosistemas terrestres, la recuperación de suelos y cobertura vegetal y la protección de la biodiversidad.

Fuente: Elaboración propia con base en la Constitución de la República del Ecuador (2008), Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992), Código Orgánico del Ambiente, COOTAD, Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales, Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030, Plan Nacional de Desarrollo 2025-2029 y Agenda 2030.

2.5. Marco conceptual

La degradación de la tierra, erosión del suelo, disminución de fuentes hídricas, liberación de carbono a la atmósfera y pérdida de ecosistemas valiosos son algunas consecuencias que tienen los cambios en el uso del terreno. En el marco conceptual actual, se establecerán vínculos entre conceptos fundamentales que representan la labor de investigación y las características generales de la comunidad de Camuendo y su entorno ecológico.

2.5.1. Restauración ecológica: La restauración ecológica es una estrategia que tiene un fundamento científico y surge del compromiso de curar los ecosistemas deteriorados y devolverles su funcionalidad en términos ecológicos. La meta es generar ecosistemas saludables, resilientes y operativos que puedan mantener la biodiversidad y proporcionar servicios fundamentales a la sociedad (Colomina *et al*., 2025). En lo que respecta a la comunidad de Camuendo, la restauración ecológica no solo busca recuperar la estructura del paisaje, sino más bien restablecer los procesos ecológicos

que sostienen la vida, especialmente en las laderas puesto que la comunidad se encuentra ubicada en las estribaciones del volcán Imbabura y a raíz de esto facilitar la formación de suelo que garantice la productividad agrícola, por lo cual, la implementación de un plan de restauración adquiere un significado muy fuerte puesto que se convertirá en una oportunidad para atenuar las necesidades productivas de la comunidad con la conservación de los recursos naturales.

2.5.2. Degradación antrópica: La degradación antrópica es el deterioro ambiental, la erosión o la pérdida de fertilidad del suelo causados directa o indirectamente por las actividades humanas (Ramírez *et al*., 2011). El desmedido crecimiento poblacional, la expansión de la frontera agrícola y las prácticas productivas han contribuido al deterioro ambiental en lo que respecta a la comunidad de Camuendo, como muchas otras ha experimentado la transformación en el uso y cobertura del suelo a raíz de la apertura de vías, la introducción de especies invasoras, muchas veces con fines comerciales como lo es el eucalipto, una especie que ha desplazado la vegetación propia del lugar y ha alterado los ciclos hidrológicos de manera despectiva. No obstante, actividades como la quema de rastrojos para la preparación de terrenos han contribuido a la pérdida de la capa orgánica del suelo, al igual que influir en el aumento de la emisión de gases de efecto invernadero.

2.5.3. Servicios ecosistémicos: Los servicios ecosistémicos son aquellos que la naturaleza o los procesos ecológicos proveen a los seres vivos y al planeta. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, son el motor del medio ambiente; esto es, son fundamentales para la vida. Por lo tanto, los recursos genéticos, el aire, el clima, el agua y la tierra deben ser empleados de manera responsable para las generaciones actuales y venideras. (FAO, 2023). La comunidad de Camuendo al igual que otras comunidades de la zona rural del cantón, depende directamente de los servicios ecosistémicos. Sin embargo, la degradación ha sido un tema de gran preocupación, puesto que con el pasar de los años ha afectado directamente al lugar de estudio. A raíz de esto surge la restauración ecológica como una estrategia sostenible para asegurar que las presentes y futuras generaciones puedan seguir viviendo y gozando de un entorno saludable y sobre todo productivo.

2.5.4. Sucesión ecológica: La sucesión ecológica o también denominada sucesión natural es un proceso natural que produce que un ecosistema por su propia dinámica interna sustituya a los organismos que lo integran. De tal manera que el ecosistema se vuelve más favorable para otro grupo de especies y menos favorable para las especies presentes (Ministerio del Ambiente, 2019). Prácticas como la agricultura y ganadería son las principales actividades que caracterizan a la comunidad, las mismas que con el pasar del tiempo han contribuido a interrumpir la sucesión ecológica de las áreas, afectadas debido al desmonte de la vegetación natural para diferentes actividades, tales como el pastoreo constante y los cultivos que en algunos casos los predios no optan por una rotación de cultivos o el descanso de la tierra por lo que impide al ecosistema realizar una sucesión natural de las especies pioneras o nativas, reduciendo de esa forma su diversidad y abundancia, además de limitar los servicios ecosistémicos presentes.

2.5.5. Saberes ancestrales: Los saberes ancestrales abarcan una gran variedad de aspectos como lo son las técnicas de conservación del medio ambiente (Patiño *et al*., 2021). El pueblo kichwa Otavaleño se ha caracterizado por poseer conocimientos sobre el manejo de los recursos naturales, los mismos que han trascendido de generación en generación, tal es el caso de la utilización de especies arbóreas para la construcción de cercas vivas y demás prácticas agrícolas. Sin embargo, hoy en día se ha optado por seguir patrones totalmente diferentes. Por lo que integrar saberes al plan de restauración fortalecerá no solo la identidad cultural, sino también garantizará una participación comunitaria y por ende un conocimiento sobre su territorio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Descripción de la investigación

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad diseñar un plan de restauración ecológica para áreas afectadas por actividades antrópicas en la comunidad de Camuendo perteneciente al cantón Otavalo, provincia de Imbabura. La selección de esta área es debido a que en la zona se han observado áreas en proceso de degradación a causa de las actividades antrópicas como la expansión de la frontera agrícola, el sobrepastoreo, la quema de vegetación y la introducción de especies exóticas. La comunidad se ha caracterizado por poseer las condiciones climáticas y el tipo de suelo óptimo para que exista una diversidad agrícola. Sin embargo, la deforestación, erosión y compactación del suelo han ocasionado un deterioro progresivo del recurso al igual que de la cobertura vegetal, a esto se le suman factores como la expansión urbana y los incendios descontrolados, que han acelerado significativamente la degradación de los ecosistemas naturales y la fragmentación a nivel de paisaje.

A razón de esto la investigación tiene como propósito abordar un diagnóstico integral del área con el fin de comprender el estado actual del ecosistema a través del análisis e identificación de las principales causas que estarían contribuyendo a los procesos de degradación ambiental, y de esa forma dar inicio al diseño de un plan que permita recuperar la biodiversidad, restaurar los procesos ecológicos y mejorar la calidad de vida del territorio. Todo este proceso no solo implica optar por estrategias sostenibles sino también hacer partícipe a la comunidad durante todo el proceso para garantizar la sostenibilidad de las acciones propuestas, adicionalmente se tomará en cuenta los saberes ancestrales, técnicas y métodos agrícolas tradicionales transmitidos de generación en generación, logrando estructurar un plan de restauración ecológica acorde a las condiciones ambientales del territorio.

3.1.1. Enfoque de la investigación

La investigación se realizó desde una perspectiva mixta (cuali-cuantitativa), ya que permitió la recopilación, organización y análisis de datos objetivos acerca de las condiciones de las zonas

degradadas en la comunidad de Camuendo, a través de la caracterización de variables ambientales vinculadas con la cobertura vegetal, el estado del suelo y la existencia de actividades humanas. Este enfoque permitió conseguir datos reales y verificables mediante observaciones directas en el campo, análisis cartográficos, encuestas y registros georreferenciados (GPS), lo que brindó pruebas suficientes para respaldar la propuesta de restauración ecológica. Además, permitió integrar la información obtenida mediante las encuestas aplicadas a los habitantes de la comunidad, cuyos resultados fueron sistematizados para identificar tendencias relacionadas con el uso de los recursos naturales y las principales problemáticas presentes en el territorio. La combinación de estos datos generó una base sólida para la definición de estrategias orientadas a la recuperación de los ecosistemas degradados.

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se ha desarrollado es de carácter descriptivo, debido a que permitió caracterizar las condiciones ambientales de las áreas degradadas por actividades antrópicas, identificando sus principales características, causas y efectos dentro de la comunidad de Camuendo. Este tipo de investigación facilitó la recopilación sistemática de información sobre el estado de conservación de la cobertura vegetal, las condiciones del suelo, las actividades productivas desarrolladas en el territorio y los procesos de transformación que han influido en la dinámica del ecosistema. Por otro lado, la investigación posee un carácter propositivo, ya que la información obtenida constituyó la base para el diseño del plan de restauración, en este sentido, el estudio no se limitó únicamente a describir la problemática ambiental existente, sino que incorporó criterios ecológicos y técnicos para formular estrategias adaptadas a las condiciones del área de estudio, promoviendo alternativas sostenibles que favorezcan la conservación de la biodiversidad y el uso responsable de los recursos naturales.

3.1.3. Diseño de la investigación

Se ha elegido un diseño no experimental para esta investigación porque las variables estudiadas fueron analizadas en su contexto natural, sin que se interviniera o alterara lo que ocurría dentro del área en cuestión. Por lo tanto, las actividades ejecutadas estuvieron enfocadas en la observación, el registro, la caracterización y el análisis de los procesos de deterioro que ocurren en la comunidad

de Camuendo. Todo esto con el fin de entender su condición actual y crear información técnica. Esta aproximación permitió identificar las principales transformaciones ocurridas en el territorio a lo largo del tiempo, reconocer la dinámica de las actividades antrópicas y establecer criterios para priorizar las zonas de intervención. Sin manipular ninguna variable y mucho menos con el fin de alterar los componentes del entorno y del ecosistema en general, ya que de esa forma se pudo comprender la verdadera dimensión del problema.

3.2. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de la investigación se estructuró en función de los tres objetivos específicos, los cuales orientaron de manera secuencial las actividades desarrolladas para el diagnóstico de las áreas degradadas, la formulación de estrategias de restauración y el diseño del plan de restauración. La aplicación de métodos e instrumentos concretos en cada etapa posibilitó la recolección, sistematización y análisis de datos biofísicos, sociales y espaciales, lo que aseguró que los objetivos planteados fueran alcanzados. Por otro lado, la elección de la comunidad Camuendo como zona para el estudio se debió a que se observaban procesos de modificación medioambiental relacionados con varias actividades humanas, como son la reducción de la funcionalidad ecológica en ciertos sectores, el cambio en el uso del suelo y la alteración de la cobertura vegetal.

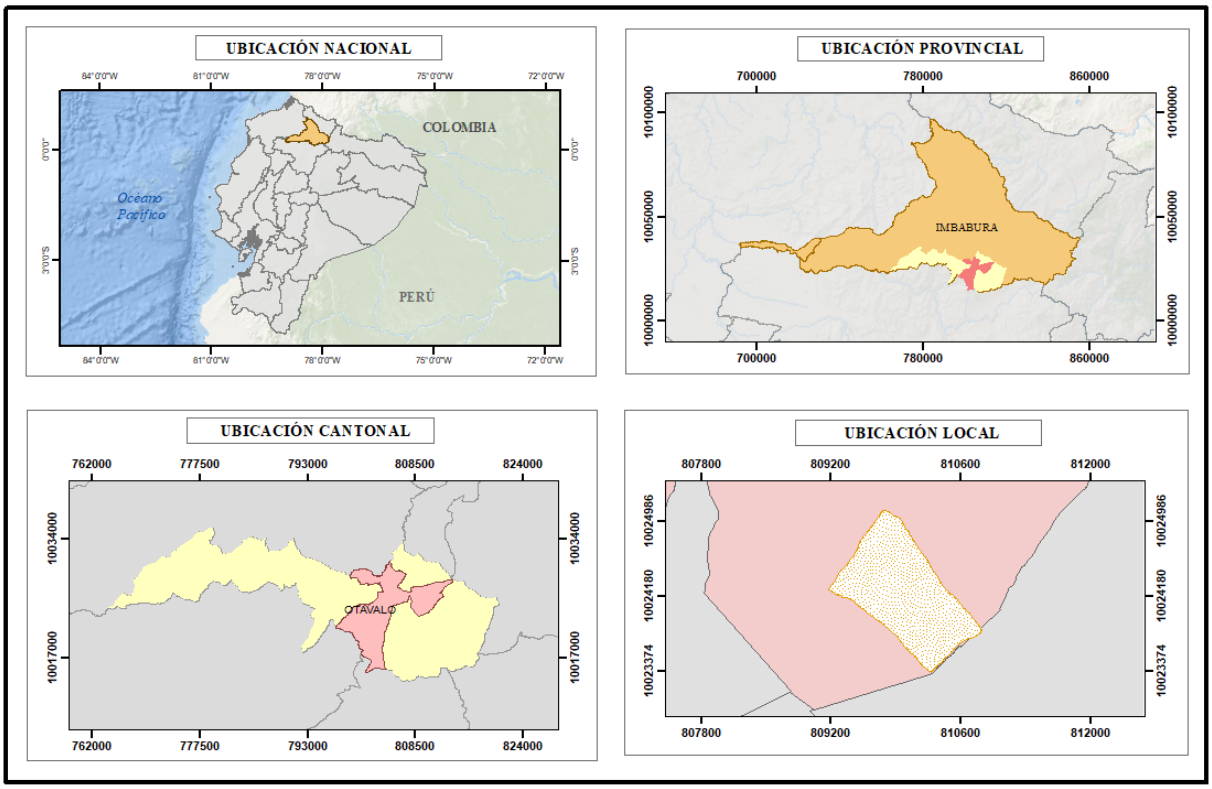
A continuación, se describen de manera detallada las actividades, técnicas e instrumentos empleados durante cada una de las fases metodológicas desarrolladas en la presente investigación.

3.2.1. Ubicación general del área de estudio

El área de estudio corresponde a la comunidad Camuendo, ubicada en la parroquia El Jordán, cantón Otavalo, provincia de Imbabura, al norte de la región interandina del Ecuador (Figura 3.1). Camuendo forma parte del cantón Otavalo, uno de los seis cantones que conforman la provincia de Imbabura. Este cantón está situado a unos 110 kilómetros de Quito y a unos 20 kilómetros de Ibarra. La superficie es de alrededor de 531 km², de los cuales 424,37 km² son áreas rurales. A pesar de que no existe una delimitación oficial del área de la comunidad, esta está incluida en esta zona rural. En las laderas del volcán Imbabura, a una altitud aproximada de 2 550 a 2 700 metros

sobre el nivel del mar, se encuentra la comunidad y limita con las comunidades de Cotama, Guanansi, Gualapuro, La Compañía y Libertad de Azama.

Figura 3.1. Ubicación geográfica del área de estudio "comunidad de Camuendo"



***Fuente**:* Elaboración propia con información del IGM.

Su localización determina una topografía predominantemente ondulada, con pendientes que varían entre ligeramente inclinadas y fuertemente onduladas, condición que influye directamente en el uso y manejo del suelo, así como en la susceptibilidad a procesos de degradación. Desde el punto de vista edáfico, predominan suelos de origen volcánico caracterizados por presentar alta porosidad, baja densidad aparente, elevada capacidad de retención de agua y nutrientes, además de una fertilidad natural favorable para el desarrollo de actividades agrícolas. No obstante, el manejo inadecuado del recurso suelo ha favorecido la aparición de procesos de deterioro que comprometen su productividad y funcionalidad ecológica (Cevallos, 2019).

Las condiciones climáticas de la comunidad corresponden al ecosistema de bosque montano, con temperaturas que oscilan entre 12 y 18 °C en las zonas de menor altitud y entre 6 y 12 °C en los sectores más elevados. La precipitación media anual varía entre 800 y 1 200 mm, registrándose un período de menor precipitación generalmente entre los meses de junio y septiembre. Respecto a la cobertura de vegetación, en las áreas más bajas predominan los bosques húmedos montanos. Por otro lado, en las zonas más altas se forman ecosistemas subalpinos de páramo pluvial. Los pajonales (*Calamagrostis sp., Paspalum bonplandianum*) son parte de las especies vegetales distintivas, además de especies arbustivas como "orejuela" (*Alchemilla orbiculata*), "romerillo" (*Hypericum laricifolium*), "mortiño" (*Vaccinium floribundun*) y "chuquiragua" (*Chuquiragua insignis*). (Otavalo, 2015).

3.2.1.1.Diagnóstico de actividades antrópicas y efectos en la diversidad biológica

El diagnóstico ambiental constituyó la primera fase metodológica de la investigación y tuvo como finalidad caracterizar el estado actual de las áreas degradadas por actividades antrópicas dentro de la comunidad Camuendo. Esta etapa permitió identificar las condiciones ecológicas del territorio, reconocer los principales factores de presión sobre los recursos naturales y generar una línea base técnica que sustentó la formulación del plan de restauración ecológica (Mola *et al*., 2018). Para la recopilación de información primaria, se realizaron recorridos sistemáticos en toda el área de estudio, durante los cuales se identificaron y georreferenciaron los sitios con mayor grado de intervención antrópica. En cada punto de observación se registraron las coordenadas geográficas mediante un dispositivo GPS UTM Geo Map, además de características relacionadas con el tipo de cobertura vegetal, uso actual del suelo, presencia de procesos erosivos, evidencias de tala, expansión agrícola, actividades pecuarias, disposición inadecuada de residuos y demás alteraciones que comprometieran la funcionalidad ecológica del ecosistema.

Posteriormente, se realizó la caracterización de los elementos bióticos y abióticos que se encuentran en la zona de estudio, puesto que es de gran relevancia. Para esto, se documentó la flora predominante, el uso y el estado de conservación de las especies. La incorporación de estos componentes permitió determinar la correlación que existe entre las actividades antrópicas identificadas y su impacto en el funcionamiento del ecosistema. Bajo este contexto, se utilizó como

herramienta de apoyo el software ArcMap 10.8 para procesar toda la información espacial recolectada, complementándose con datos cartográficos del Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS).

Por otro lado, el levantamiento de información socioeconómica también es de suma importancia, a razón de ello se realizó la aplicación de encuestas a 30 familias con un núcleo de 2 a 4 personas, las cuales se encuentran situadas en varios sectores. Una de las actividades económicas a la que se dedicarían los habitantes es el comercio, por lo que, en el tiempo en que se estableció la encuesta la mayor parte de habitantes no se encontraba dentro de la zona. A razón de ello, la selección de los participantes a encuestar se la realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, tomando en consideración la disponibilidad de los habitantes durante el levantamiento de la información. Este instrumento posibilitó la recopilación de información sobre el uso de los recursos naturales a través del tiempo y la percepción local con respecto al deterioro ambiental.

En consecuencia, el empleo de un muestreo no probabilístico se convierte en un sesgo de selección, dado que las personas encuestadas podrían poseer percepciones ambientales diferentes de aquellas que se encontraban fuera del territorio. No obstante, con el propósito de fortalecer la confiabilidad del diagnóstico socioeconómico, la información obtenida mediante las encuestas fue complementada con recorridos de campo, observación directa de las áreas degradadas, registros fotográficos y entrevistas con actores clave de la comunidad, lo que permitió contrastar y validar los principales hallazgos utilizados para el diseño del plan de restauración ecológica en la comunidad de Camuendo.

Simultáneamente, se llevó a cabo una entrevista al presidente de la comunidad para adquirir datos históricos sobre cómo ha cambiado la dinámica del territorio, cuáles son los temas ambientales más importantes y qué acciones de conservación se han llevado a cabo. Para esto, el guion de la entrevista se estructuró en torno a 12 preguntas abiertas, las mismas que fueron organizadas en cinco ejes temáticos: datos generales y permanencia en el territorio (*1*), percepción del cambio de la cobertura vegetal (*2*), identificación de causas y factores de degradación (*3*), identificación de zonas degradadas y sus efectos (*4*), prácticas tradicionales, saberes ancestrales y disposición a la restauración (*5*). Este instrumento fue validado a través de su aplicación, a un informante externo

a la comunidad a fin de asegurar la pertinencia de las preguntas, así como la claridad y fluidez de las respuestas, para esto, la entrevista fue registrada a partir de notas de campo y posteriormente la información obtenida se procedió a interpretar con los resultados de las encuestas.

A raíz de esto, se reconoce como limitación metodológica que la entrevista se aplicó a un único informante clave. Sin embargo, esta decisión se justifica por el hecho de que el informante cumple un rol central de presidente en la comunidad, es por esto por lo que, como principal actor en la toma de decisiones, conocedor de la historia del territorio y representante de la comunidad, fue a quien se le realizó con mayor seguridad la entrevista semiestructurada. No obstante, la presente limitación fue complementada mediante la aplicación de las encuestas y la observación directa en campo, lo que permitió triangular la información y obtener como resultado un diagnóstico tanto integral como confiable.

De igual forma, este procedimiento posibilitó la realización de mapas temáticos que tratan sobre el uso del suelo, la cobertura vegetal y cómo se distribuyen en el espacio las áreas con mayor presión antrópica, lo cual ayudó a señalar las zonas prioritarias para su restauración. Finalmente, se llevó a cabo el registro de las especies vegetales más significativas que se encontraban en cada transecto de evaluación durante los recorridos de campo. La información recopilada posibilitó la elaboración de un inventario de flores de la comunidad, lo que se convirtió en una línea base para describir ecológicamente el área investigada y en un insumo crucial para elegir especies nativas que más adelante se utilizaron en la propuesta de restauración ecológica (Ministerio del Ambiente, 2024).

3.2.1.2. Generación de estrategias de recuperación de los ecosistemas y de minimización de impactos antrópicos

El diseño de estrategias para la recuperación ecológica se llevó a cabo mediante el análisis e integración de los datos recogidos durante el diagnóstico ambiental, el inventario florístico, las encuestas realizadas en la comunidad y las entrevistas con los actores locales. Se logró determinar los problemas medioambientales más relevantes existentes en la comunidad Camuendo gracias a este proceso, además de identificar las condiciones sociales y ecológicas que debían tenerse en

cuenta para el diseño de medidas de restauración acordes con la situación del territorio. Se sistematizaron los datos obtenidos a través de las encuestas realizadas a los residentes de la comunidad como parte del análisis social, con el fin de identificar las transformaciones observadas en la cobertura vegetal, la presencia de especies nativas, las costumbres ancestrales relacionadas con el manejo del suelo y las labores productivas que se llevan a cabo en la zona de estudio.

Gracias a los datos adquiridos, se integró el conocimiento local en la planificación, lo que facilitó la creación de estrategias adaptadas a las necesidades de la comunidad y con participación. Posteriormente, la selección de especies destinadas a las acciones de restauración se efectuó considerando criterios ecológicos y técnicos, entre ellos su origen nativo, capacidad de adaptación a las condiciones ambientales locales, potencial para favorecer la recuperación de la cobertura vegetal y su aporte a la conservación de la biodiversidad (Ríos *et al*., 2012). Asimismo, se priorizaron aquellas especies con mayor capacidad para contribuir a la estabilización del suelo, facilitar la regeneración natural y fortalecer la conectividad ecológica de las áreas intervenidas.

Se propusieron métodos de manejo sustentable para optimizar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo en términos de su calidad. Se incluyó entre estas medidas la fabricación y uso de compost, que se crea con los desechos orgánicos producidos por la misma comunidad, como una opción para aumentar el nivel de materia orgánica, promover la actividad microbiológica y disminuir el apego a los fertilizantes sintéticos. Además de técnicas de producción sustentables como la rotación de cultivos y el fortalecimiento de la apicultura comunitaria, por su capacidad para diversificar los medios de subsistencia, fomentar la polinización tanto de especies agrícolas como nativas y reducir la presión que se ejerce sobre los recursos naturales.

Se pensó que estas prácticas eran medidas de soporte para la restauración ecológica, ya que ayudaban al mismo tiempo a proteger el ecosistema y a mejorar las condiciones de vida de los habitantes locales. Adicionalmente, se propusieron acciones orientadas al control progresivo de especies introducidas con comportamiento invasor, particularmente *Eucalyptus globulus*, cuya expansión ha modificado la estructura y composición de la vegetación nativa en diferentes sectores de la comunidad. Las medidas planteadas contemplan un manejo gradual de estas plantaciones y

su reemplazo progresivo por especies nativas, priorizando aquellas zonas donde la recuperación de la funcionalidad ecológica constituye una necesidad inmediata.

3.2.1.3. Plan de Restauración Ecológica participativo, con énfasis en prácticas sostenibles de manejo y conservación de los recursos naturales

La formulación del Plan de Restauración Ecológica constituyó la fase integradora de la presente investigación y se desarrolló a partir del análisis de la información obtenida durante el diagnóstico ambiental, la caracterización biótica y abiótica, el inventario florístico, el análisis cartográfico y la información recopilada mediante las encuestas y entrevistas realizadas en la comunidad Camuendo. La incorporación de estos elementos facilitó la formulación de una propuesta técnica enfocada en la restauración gradual de las zonas deterioradas por actividades humanas, tomando en cuenta las condiciones ecológicas del área y los requerimientos y expectativas de los habitantes locales, dando prioridad a las labores encaminadas a restablecer la estructura, la composición y el funcionamiento de los ecosistemas que fueron intervenidos.

Para ello, se realizó un análisis integral de la información generada durante la investigación, identificando las principales problemáticas ambientales, los factores de presión antrópica y las zonas con mayor prioridad de intervención. Este proceso permitió definir los criterios técnicos que orientaron la selección de las estrategias de restauración y las medidas de manejo propuestas. Entre ellas, el grado de degradación de la cobertura vegetal, el potencial de recuperación, la presencia de procesos erosivos, el cambio en el uso del suelo, la disponibilidad de especies nativas remanentes, la accesibilidad del área y el interés manifestado por la comunidad para participar en las acciones de recuperación. El análisis de estos criterios posibilitó determinar las áreas en las que las acciones de restauración producirían beneficios sociales y ecológicos más significativos. (Román *et al*., 2018).

Bajo este contexto, se eligieron especies vegetales nativas con posibilidades de ser incluidas en las actividades de restauración, basándose en el inventario florístico y el diagnóstico ambiental. La selección tuvo en cuenta elementos como su adaptación a las condiciones del clima y el suelo, su habilidad para promover la regeneración natural, ayudar a estabilizar el terreno y mejorar la

conectividad ecológica. Además, se incorporaron prácticas sostenibles orientadas a disminuir la presión sobre los recursos naturales, entre ellas el establecimiento de cercas vivas, la producción y aplicación de abonos orgánicos, la rotación de cultivos y el manejo progresivo de especies introducidas. Como parte del proceso metodológico se ha incorporado no solamente el saber local en la planificación de las acciones de restauración, sino también el compromiso comunitario con la preservación y reconstrucción de los ecosistemas.

3.3. Triangulación de datos

La información recolectada a lo largo de la investigación fue estructurada, procesada e interpretada según las metas concretas propuestas. Se usaron Sistemas de Información Geográfica (SIG) para examinar la información vinculada con la cobertura vegetal, el uso del suelo y la repartición espacial de las áreas degradadas. Esto facilitó la creación de mapas temáticos e hizo posible determinar las áreas prioritarias para intervenir. Por su parte, los datos obtenidos mediante las encuestas fueron procesados en Microsoft Excel y representados mediante tablas y gráficos estadísticos, facilitando el análisis e interpretación de la percepción de la comunidad sobre las problemáticas ambientales presentes en el área de estudio, enriqueciendo así el análisis de una visión más humana y sobre todo participativa para futuros trabajos de investigación además de asegurar la confiabilidad y calidad de cada uno de los datos. Finalmente, la interpretación de los resultados se realizó considerando las características ambientales, las actividades antrópicas identificadas y la información proporcionada por los habitantes de la comunidad.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Caracterización ambiental de la comunidad de Camuendo

El diagnóstico ambiental desarrollado en la comunidad Camuendo permitió caracterizar las condiciones actuales del territorio mediante la evaluación integral de sus componentes bióticos y abióticos. La información presentada en este capítulo corresponde a los resultados obtenidos durante los recorridos sistemáticos de campo, el levantamiento de información geográfica, el inventario florístico, la interpretación cartográfica y la recopilación de información secundaria, actividades metodológicas que hicieron posible conocer el estado de conservación del área de estudio y las principales transformaciones ocasionadas por las actividades antrópicas. Al integrar las diversas fuentes de información, fue posible identificar la estructura del paisaje en la actualidad y entender el vínculo entre los atributos biofísicos del territorio y las acciones que realiza la población. Se detectaron alteraciones en la cobertura vegetal, cambios en la utilización del terreno y diferentes grados de intervención humana durante el diagnóstico. Estos elementos han tenido un impacto en la estructura y operación de los ecosistemas existentes.

Los hallazgos demuestran que las actividades de la agricultura, ganadería y silvicultura han sido los principales elementos que han determinado la modificación del paisaje. A raíz de estas actividades, se han producido cambios en la composición de la vegetación, así como en la distribución y dinámica natural del terreno, estas alteraciones ecológicas de diferentes niveles fueron detectadas durante el proceso investigativo. Por otro lado, la caracterización ambiental realizada permitió establecer una línea base confiable sobre las condiciones actuales de la comunidad de Camuendo. Esta información constituye un referente técnico y ecológico para comprender el estado del ecosistema y sirve como sustento para futuros estudios. Bajo este contexto, el primer objetivo específico se aborda mediante los procedimientos metodológicos descritos en el presente capítulo a fin de identificar el tipo de actividades antrópicas que afectan la diversidad biológica local y los efectos potenciales del daño ocasionado en los ecosistemas del sector.

4.1.1. Caracterización de los componentes bióticos

La evaluación del componente biótico permitió identificar las características actuales de la vegetación presente en Camuendo y conocer el grado de conservación de los diferentes elementos que conforman el ecosistema. Para ello se efectuaron recorridos sistemáticos de campo que posibilitaron registrar las especies vegetales presentes, reconocer los tipos de cobertura existentes y observar las modificaciones ocasionadas por las actividades desarrolladas dentro del territorio. Los datos recolectados también muestran que la vegetación de la zona investigada es una combinación de especies nativas e introducidas. Esta obra ilustra cómo la interacción entre las condiciones ambientales propias del área y los efectos de las actividades humanas, especialmente las relacionadas con la agricultura, el establecimiento de plantaciones forestales y la ganadería, han tenido un impacto a lo largo de muchos años.

Se constató en el trabajo de campo que los restos de vegetación autóctona subsisten, sobre todo, en zonas donde la intervención humana fue menos fuerte; en cambio, las áreas para actividades productivas están dominadas por especies introducidas y vegetación secundaria. Esta distribución posibilita identificar varios grados de transformación del paisaje y ofrece detalles importantes acerca de la condición actual de conservación de los ecosistemas que existen en la comunidad.

4.1.1.1 Distribución y composición del manto vegetal

El análisis del manto vegetal permitió identificar la distribución y composición de la cobertura vegetal existente en la comunidad Camuendo. Las observaciones realizadas durante los recorridos de campo evidenciaron que el paisaje presenta una cobertura heterogénea, resultado de la interacción entre las condiciones naturales del territorio y las actividades antrópicas desarrolladas por la población a lo largo del tiempo. Esta heterogeneidad se manifiesta en un mosaico donde se observan áreas dominadas por plantaciones de eucalipto, que se extienden como un manto verde uniforme en gran parte del territorio, con pequeños parches de vegetación nativa que persisten en los lugares más recónditos o menos accesibles, como los cauces secos de las antiguas quebradas o las laderas de mayor pendiente.

Figura 4.1. *Referencia del lugar de estudio*

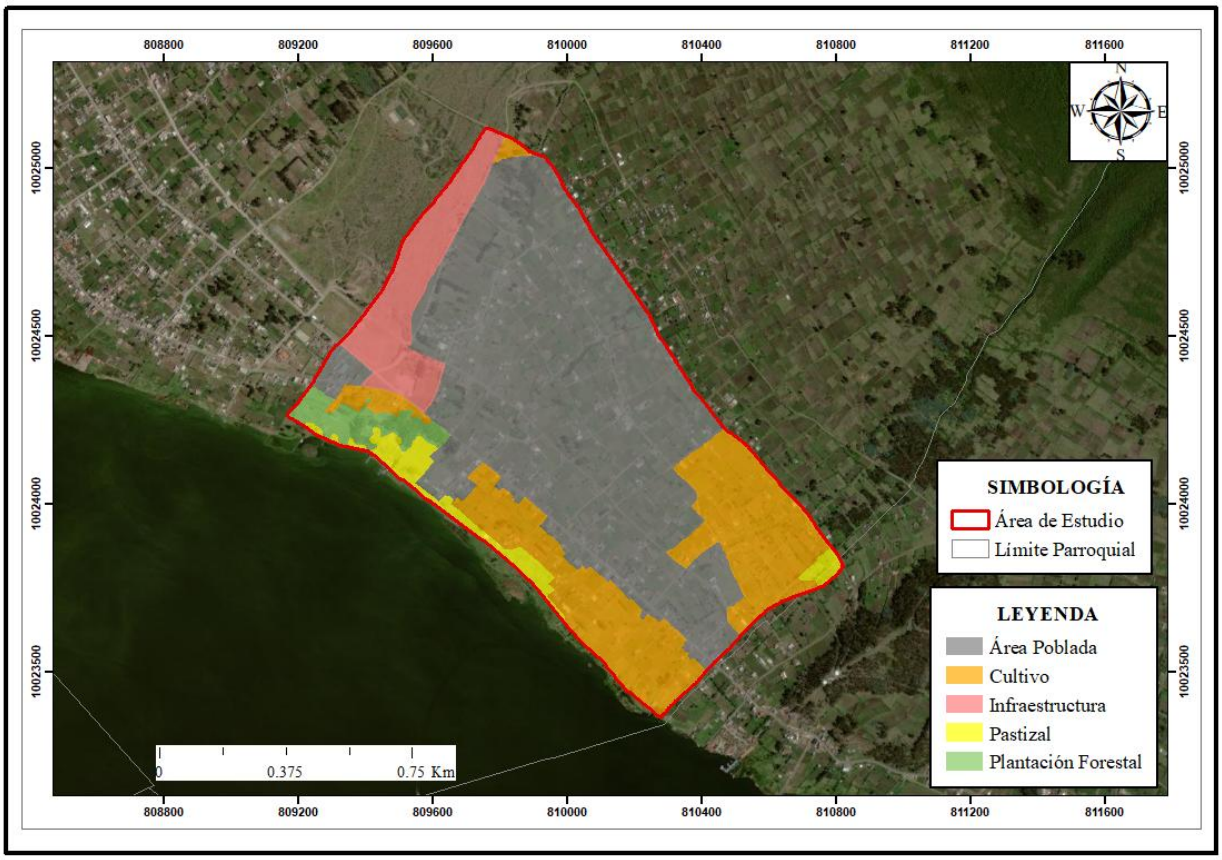


La ubicación geográfica de la comunidad, localizada en las estribaciones del volcán Imbabura y dentro del entorno ecológico asociado al lago San Pablo, favorece el establecimiento de ecosistemas característicos del bosque montano. Sin embargo, el trabajo de campo permitió observar que gran parte de la cobertura vegetal original ha experimentado modificaciones debido al desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias y forestales, las cuales han transformado progresivamente la estructura natural del paisaje. En el proceso de caracterización de la vegetación, se observó que las plantaciones de "eucalipto" (*Eucalyptus globulus Labill.*), una especie introducida con gran difusión en la región, eran predominantes. Se observó, al mismo tiempo, la existencia de especies autóctonas como "penco" (*Agave americana L.*), "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss.*), "zapatito" (*Calceolaria crenata*) y "chilca" (*Baccharis latifolia (Ruiz & Pavón) Pers.*). Estas especies se encuentran en su mayoría en zonas con un nivel de intervención más bajo y donde todavía ocurren procesos de regeneración natural. (Figura 4.1).

La distribución que se ha observado evidencia un proceso de transformación gradual del paisaje, en el cual la cobertura de vegetación nativa está fragmentada y se encuentra restringida a áreas

concretas del territorio. Esta condición evidencia la influencia de las actividades antrópicas sobre la estructura del ecosistema y permite comprender la dinámica actual de la vegetación dentro del territorio (Figura 4.2). Además, la caracterización del manto vegetal permitió reconocer sectores que aún conservan elementos representativos de la vegetación nativa, información que resulta fundamental para interpretar el estado ecológico del área de estudio y comprender la distribución espacial de las diferentes coberturas identificadas durante la investigación.

Figura 4.2. *Cobertura vegetal de la comunidad de Camuendo*



Fuente: SIGTIERRAS – ArcMap

La caracterización del manto vegetal en la comunidad de Camuendo reveló un proceso de transformación progresiva del paisaje, donde la cobertura vegetal nativa ha sido reemplazada por plantaciones de especies introducidas como *Eucalyptus globulus Labill,* y por áreas destinadas a actividades agrícolas y pecuarias. Esta situación coincide con lo documentado por Suárez *et al.* (2024), que indican que la vegetación arbustiva del cantón Otavalo disminuyó un 64 % entre 2002 y 2010. Estos datos muestran una tendencia regional de disminución de la cobertura vegetal, que

se presenta especialmente en el área. En esta zona, los residuos de vegetación nativa están divididos y restringidos a áreas con menor intervención humana.

El hecho de que *Eucalyptus globulus Labill.*, domine el territorio es un elemento crucial para la restauración ecológica, pues esta especie invasora no solo desplaza a las plantas autóctonas, sino que además modifica los ciclos edáficos e hidrológicos del ecosistema. En la entrevista al presidente de la comunidad, este indicó que un objetivo fundamental en su gestión ha sido reemplazar los eucaliptos con especies autóctonas como "arrayán" o "aliso", a causa del elevado consumo de agua que presenta la especie introducida. Esta apreciación local concuerda con lo observado por González *et al*. (2017), que subrayan el hecho de que las plantaciones de especies foráneas en los Andes ecuatorianos tienen un efecto importante en la fertilidad del suelo y la disponibilidad de agua, poniendo en riesgo la oferta de servicios ecosistémicos fundamentales para las comunidades rurales.

4.1.1.1.2. Composición florística de la comunidad

Identificar a las especies presentes en la zona es fundamental para conocer el estado de la diversidad florística logrando observar tanto a especies endémicas, especies introducidas e incluso especies que ya no forman parte del ecosistema a modo de contribuir a la planificación de acciones de conservación, la identificación y catalogación de las especies permite no solo valorar la riqueza biológica de la zona, sino también generar un registro que puede servir de base para futuros estudios ecológicos (Tabla 4.1). Para ello, se establecieron cinco transectos lineales de aproximadamente 500 metros de longitud cada uno, con un ancho de 10 metros, lo que permitió cubrir un área de muestreo total de 1.5 hectáreas. El esfuerzo total de muestreo fue de tres días, distribuidos en dos jornadas (observación e identificación). Sin embargo, no se realizaron repeticiones de los transectos debido a las limitaciones de tiempo, pero la información obtenida se complementó con observaciones puntuales, destacando a las especies más representativas de cada transecto.

Los transectos se seleccionaron mediante un muestreo dirigido por accesibilidad y representatividad, priorizando aquellos sectores que presentaban diferentes grados de intervención

antrópica (desde áreas con vegetación nativa remanente hasta zonas dominadas por eucaliptos). Esta decisión introduce un sesgo de selección, ya que los transectos no fueron distribuidos de forma aleatoria ni estratificada. Sin embargo, este enfoque permitió optimizar los recursos de campo y obtener información cualitativa y cuantitativa de las condiciones ecológicas del área de estudio.

Tabla 4.1. *Inventario de flora*

Especie	Descripción
	• **Familia:** Myrtaceae • **Nombre científico:** *Eucalyptus globulus Labill.* • **Nombre común:** Eucalipto • **Uso:** Fines comerciales, para construcciones o leña.
	• **Familia:** Asteraceae • **Nombre científico:** *Baccharis latifolia (Ruiz & Pavón) Pers.* • **Nombre común:** Chilca • **Uso:** Trata la fiebre y las enfermedades hepáticas.

	• **Familia:** Euphorbiaceae • **Nombre científico:** *Euphorbia laurifolia Juss.* • **Nombre común:** Lechero • **Uso:** Ampliamente utilizada para cercas vivas y posee propiedades medicinales tradicionales.
	• **Familia:** Fabaceae • **Nombre científico:** *Lupinus pubescens Benth.* • **Nombre común:** Chocho • **Uso:** Se cultiva ampliamente y sirven de alimento para el ganado y demás animales.
	• **Familia:** Rosaceae • **Nombre científico:** *Rubus robustus spp.* • **Nombre común:** Mora silvestre • **Uso:** Alimenticio tanto de especies silvestres como de los habitantes de la zona.

	• **Familia:** Lamiaceae • **Nombre científico:** *Leonotis nepetifolia L.* • **Nombre común:** Oreja de León • **Uso:** Remedio para el tratamiento de fiebres, dolores de cabeza, tos y entre otros.
	• **Familia:** Solanaceae • **Nombre científico:** *Solanum nigrum L.* • **Nombre común:** Hierba mora • **Uso:** Sus hojas son usadas como sedante, antiinflamatorio, antipirético y purgante.
	• **Familia:** Calceolariáceas • **Nombre científico:** *Calceolaria crenata Lam.* • **Nombre común:** Zapatito • **Uso:** Sirve para aliviar problemas digestivos o inflamaciones.

	• **Familia:** Alstroemeriaceae • **Nombre científico:** *Bomarea hirsuta (Kunth) Herb.* • **Nombre común:** Campanitas • **Uso:** Enredadera herbácea, con flores muy llamativas de uso ornamental y frutos venenosos.
	• **Familia:** Asteraceae • **Nombre científico:** *Bidens pilosa L.* • **Nombre común:** Amor seco • **Uso:** Se utiliza en la medicina tradicional y se investiga por su potencial valor nutricional y farmacológico.
	• **Familia:** Ericaceae • **Nombre científico:** *Vaccinium meridionale Sw*. • **Nombre común:** Mortiño • **Uso:** Alimentación, preparación de bebidas y coladas típicas de la zona.

	• **Familia:** Melastomataceae • **Nombre científico:** *Byachyaton ledifolium spp.* • **Nombre común:** Kinllilgu • **Uso:** Sirve de alimentación para las aves silvestres de la zona.
	• **Familia:** Araliaceae • **Nombre científico:** *Oreopanax ecuadorensis spp.* • **Nombre común:** Pumamaqui • **Uso:** Sirve como leña, para elaboración de utensilios, y para tratamiento post parto
	• **Familia:** Fabáceas • **Nombre científico:** *Dalea coerulea (L.f.) Schinz y Thell.* • **Nombre común:** Shordán • **Uso:** Se emplea como analgésico, antirreumático, antibronquítico y digestivo.

	• **Familia:** Asteraceae • **Nombre científico:** *Bidens humilis spp.* • **Nombre común:** Ñachag • **Uso:** Tratar afecciones hepáticas, dolencias renales, golpes, y como calmante para dolores de cabeza y fiebre, actuando como un diurético natural.
	• **Familia:** Asparagaceae • **Nombre científico:** *Agave americana L.* • **Nombre común:** Penco azul • **Uso:** Utilizada tradicionalmente para fabricar cuerdas, alpargatas, sacos, artesanías y la famosa bebida ancestral “tzawar mishki”.
	• **Familia:** Asparagaceae • **Nombre científico:** *Furcraea andina Trel.* • **Nombre común:** Cabuya o Penco • **Uso:** Se utiliza principalmente para la elaboración de artesanías, cordelería, materiales de construcción y en estudios ambientales para biorremediación.

	• **Familia:** Lomariopsidaceae • **Nombre científico:** *Nephrolepis exaltata (L.) Schott* • **Nombre común:** Helecho de espada • **Uso:** Ayuda a equilibrar la humedad ambiental, ideal para espacios con aire seco, además de actuar como cobertura del suelo que previene la erosión.
	• **Familia:** Verbenaceae • **Nombre científico:** *Lantana rugulosa Kunth* • **Nombre común:** Suspirosa nativa • **Uso:** Principalmente, para formar cercas vivas y como apoyo para la biodiversidad local. Además, a nivel tradicional se emplea en la herbolaria y como repelente.
	• **Familia:** Asteraceae • **Nombre científico:** *Taraxacum officinale F.H. Wigg.* • **Nombre común:** Diente de león • **Uso:** Sus usos principales abarcan la gastronomía y la medicina natural, destacando por sus efectos diuréticos, digestivos y antioxidantes.

	• **Familia:** Fabaceae • **Nombre científico:** *Senna septemtrionalis (Viv.) H.S. Irwin & Barneby* • **Nombre común:** Cafecillo • **Uso:** Sus hojas y flores se usan en infusiones o fomentos para aliviar dolores de estómago, reducir catarros y tratar afecciones de la piel.
	• **Familia:** Coriariaceae • **Nombre científico:** *Coriaria ruscifolia L.* • **Nombre común:** Shanshi • **Uso:** El jugo tóxico o savia extraída de sus frutos maduros se utiliza como matarratones.
	• **Familia:** Apiaceae • **Nombre científico:** *Conium maculatum L.* • **Nombre común:** Cicuta • **Uso:** De forma histórica en la medicina tradicional, aunque la planta cruda es un veneno mortal

	• **Familia:** Polygalaceae • **Nombre científico***: Monnina salicifolia Ruiz & Pav.* • **Nombre común:** Iguilán • **Uso:** Planta medicinal para tratar golpes y lesiones, además de servir como barrera viva para evitar la erosión.
	• **Familia:** Fabaceae • **Nombre científico:** *Phaseolus coccineus L.* • **Nombre común:** Frijol ayocote **Uso:** Las infusiones de sus vainas o semillas se emplean para reducir la inflamación y dolores articulares.
	• **Familia:** Gentianaceae • **Nombre científico:** *Centaurium erythraea Rafn.* • **Nombre común:** Centaura menor / hiel de la tierra • **Uso:** Para tratar la pérdida de apetito y alteraciones gastrointestinales debido a su sabor amargo.

	• **Familia:** Pteridaceae • **Nombre científico:** *Adiantum venustum D. Don* • **Nombre común:** Helecho cabello de Venus • **Uso:** Ayuda a disminuir dolores de cabeza, fiebre y molestias musculares.
	• **Familia:** Asteraceae • **Nombre científico:** *Pseudognaphalium microcephalum spp.* • **Nombre común:** Gordolobo • **Uso:** Se utilizan en la medicina tradicional para tratar problemas respiratorios.
	• **Familia:** Polypodiaceae • **Nombre científico:** *Niphidium crassifolium (L.) Lellinger* • **Nombre común:** Helecho lengua de ciervo **Uso:** Alivia afecciones como la gastritis, la artritis y los problemas respiratorios.

	• **Familia:** Lamiaceae • **Nombre científico:** *Minthostachys mollis (Benth.) Griseb.* • **Nombre común:** Menta chiquita • **Uso:** Infusión o té para calmar cólicos, gases, indigestión y dolores de estómago.
	• **Familia:** Rosaceae • **Nombre científico:** *Margyricarpus pinnatus (Lam.) Kuntze* • **Nombre común:** Manzanita • **Uso:** Sus frutos son comestibles y sus hojas y tallos se emplean para tratar infecciones urinarias.
	• **Familia:** Calceolariaceae • **Nombre científico:** *Calceolaria serícea Pennell* • **Nombre común:** Zapatitos • **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.

	• **Familia:** Dryopteridaceae • **Nombre científico:** *Elaphoglossum cuspidatum (Willd.) T. Moore* • **Nombre común:** Helecho lengua de vaca • **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.
	• **Familia:** Solanaceae • **Nombre científico:** *Solanum asperolanatum spp*. • **Nombre común:** Ninguno • **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.
	• **Familia:** Melastomataceae • **Nombre científico:** *Brachyotum ledifolium (Desr.) Triana* • **Nombre común:** Arete de Inca • **Uso:** Usan la planta como remedio astringente tradicional y a veces para hacer escobas rústicas o como leña.

	• **Familia:** Poaceae • **Nombre científico:** *Holcus lanatus L.* • **Nombre común:** Pasto miel • **Uso:** Se usa para alimentar vacas y ovejas.
	• **Familia:** Rosaceae • **Nombre científico:** *Prunus serótina Ehrh.* • **Nombre común:** Capulí • **Uso:** Se utilizan para fines de medicina tradicional; y la fruta por su valor nutricional.
	• **Familia:** Dryopteridaceae • **Nombre científico:** *Polystichum orbiculatum (Desv.) Gay* • **Nombre común:** Rabo de llamingo **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.

	• **Familia:** Poaceae • **Nombre científico:** *Panicum prionitis Nees* • **Nombre común:** Paja brava • **Uso:** Generalmente para pastoreo.
	• **Familia:** Lamiaceae • **Nombre científico:** *Salvia scutellarioides Kunth* • **Nombre común:** Oreja de perro • **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.
	• **Familia:** Orthotrichaceae • **Nombre científico:** *Zygodon gracilis spp.* • **Nombre común:** Musgo de yugo delgado **Uso:** No se conoce que los habitantes del lugar den usos a esta planta.



- **Familia:** Asteraceae
- **Nombre científico:** *Solidago virgaurea L.*
- **Nombre común:** Vara de oro
- **Uso:** Se utiliza frecuentemente para tratar afecciones de los riñones y el tracto urinario.

El inventario de flora que se llevó a cabo en la investigación posibilitó el reconocimiento de 41 especies vegetales significativas, incluyendo tanto ejemplares nativos con importancia cultural y ecológica, como el "pumamaqui" (*Oreopanax ecuadorensis spp*.), el "mortiño" (*Vaccinium floribundum Sw*.) y el "penco azul" (*Agave americana L*.), así como especies introducidas que han alterado la configuración original del ecosistema. La existencia de especies como "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss*.), "chilca" (*Baccharis latifolia Ruiz & Pav*.) y "mora silvestre" (*Rubus robustus spp*.) en zonas con escasa intervención indica que todavía hay núcleos de vegetación nativa que tienen el potencial de actuar como fuentes de propágulos para procesos de regeneración natural. Este descubrimiento es especialmente importante porque Minda (2020) evidenció que las especies de *Alnus acuminata*, *Morella pubescens*, *Polylepis incana* y *Oreopanax ecuadorensis spp.* son eficaces en pruebas de restauración en el Parque Nacional Cayambe-Coca, lo cual demuestra su considerable capacidad de adaptación a los suelos pobres y a las condiciones extremas propias de los páramos andinos.

4.1.2. Caracterización de los componentes abióticos

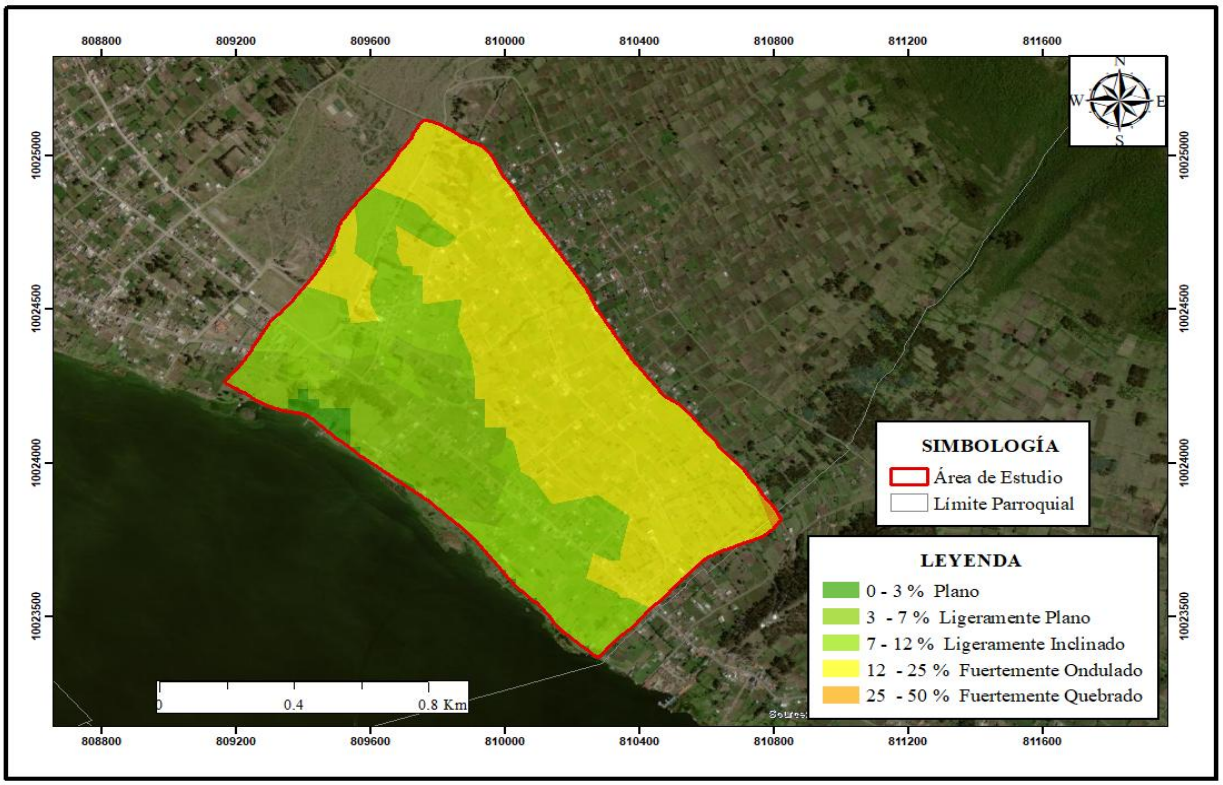
Los componentes abióticos constituyen la base física sobre la cual se desarrollan los procesos ecológicos y las actividades productivas de la comunidad Camuendo. Su caracterización permitió comprender las condiciones naturales que influyen en la distribución de la vegetación, el uso del suelo y las dinámicas de intervención identificadas durante el diagnóstico ambiental. La información presentada en este apartado fue obtenida mediante el análisis cartográfico, la revisión de información secundaria y las observaciones realizadas durante los recorridos de campo. La

integración de estas fuentes permitió describir las principales características presentes en el área de estudio, aportando elementos para interpretar el comportamiento del paisaje y las limitaciones ambientales del territorio.

4.1.2.1. Características geomorfológicas del área de estudio

De acuerdo con la ubicación del lugar de estudio se puede identificar a simple vista la presencia de edificios volcánicos alrededor del volcán Imbabura. De acuerdo con el PDOT de San Pablo, la comunidad de Camuedo se encuentra en la vertiente del cerro Imbabura, por lo que presenta una topografía con pendientes que oscilan entre fuertemente ondulado y ligeramente inclinado en la mayoría de su terreno. Las zonas con pendientes suaves corresponden principalmente a áreas utilizadas para cultivos y asentamientos humanos, mientras que los sectores con pendientes moderadas y fuertes conservan remanentes de vegetación natural o presentan plantaciones forestales (Figura 4.3). Estas características permiten comprender la influencia de la pendiente sobre la dinámica del uso del suelo y la susceptibilidad del territorio a procesos erosivos.

Figura 4.3. *Tipo de pendientes en la comunidad Camuendo*

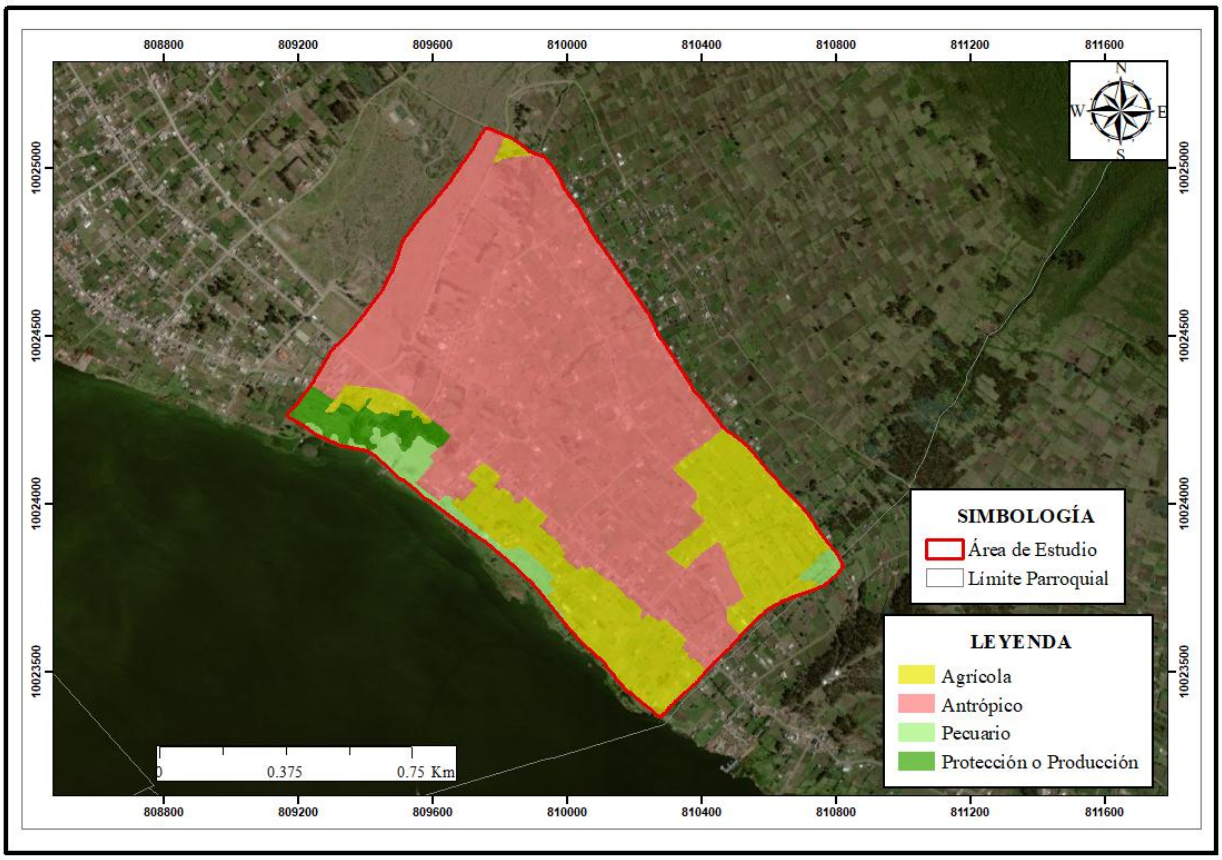


Nota: Elaboración propia – ArcMap

4.1.2.2. Distribución actual del uso del suelo

El uso del suelo abarca la gestión y modificación del medio ambiente natural para convertirlo en un ambiente construido. En cuanto al uso del suelo por parte de la comunidad de Camuendo, durante los recorridos de campos se observó que la mayor parte de las familias mantiene sistemas agrícolas tradicionales mediante el uso de chacras, destinadas al cultivo de maíz, fréjol, arveja, habas, cebada, trigo, quinua, entre otros productos. Sin embargo, la falta de prácticas de manejo sostenible, como la rotación de cultivos y la conservación de la cobertura vegetal, ha generado un desgaste progresivo del suelo (Figura 4.4). Esta problemática se intensifica debido a que gran parte de los cultivos se desarrollan en pendientes, sumado a prácticas como el sobrepastoreo y el deshierbe con ayuda de vehículos autopropulsados como los tractores, lo que contribuye al avance de los procesos de degradación del manto vegetal natural.

Figura 4.4. *Conflictos de uso de suelo en la comunidad de Camuendo*



Fuente: SIGTIERRAS - ArcMap

La división del hábitat que se observa en el área es consistente con las tendencias observadas en otros ecosistemas altoandinos de la región. En el estudio que Ortiz (2018) realizó sobre la restauración ecológica en el páramo Cruz Verde-Sumapaz, ubicado en Colombia, enfatiza que, al elegir zonas prioritarias para una restauración activa o pasiva, se deben considerar tres niveles de deterioro: recuperación funcional, rehabilitación ecológica y restauración integral. La comunidad posee una cobertura vegetal no uniforme, lo que señala diferentes grados de alteración que requerirán métodos de intervención variados. Las áreas con presencia de especies nativas y procesos de regeneración natural podrían beneficiarse de estrategias de restauración pasiva, mientras que los sectores dominados por eucaliptos demandarán acciones de restauración activa.

4.2. Caracterización socioeconómica de la comunidad de Camuendo

La población constituye una de las principales fuentes de información sobre un área de estudio. La caracterización socioeconómica de la comunidad Camuendo permitió conocer las principales características demográficas, productivas y ambientales, así como la percepción de los habitantes respecto al estado de los recursos naturales. La información presentada en este apartado fue obtenida mediante la aplicación de encuestas dirigidas a familias de la comunidad y una entrevista realizada al presidente del territorio. Para Sánchez (2024), la entrevista genera textualidad, narrativas y representaciones de los grupos sociales y su cultura. Por lo que, la entrevista es una técnica de gran utilidad para recabar datos reales sobre el área de estudio. Bajo este contexto, el presente apartado aborda el segundo objetivo específico, a fin de generar estrategias de recuperación de los ecosistemas y prácticas ambientales sostenibles.

4.2.1. Entrevista

La entrevista fue dirigida hacia el señor Miguel Males, quien en primera instancia manifestó que la comunidad hasta el momento cuenta con un aproximado de 1500 habitantes, posteriormente, nos brindó información relevante acerca de la dinámica histórica del suelo, actividades productivas, saberes ancestrales y especies propias del lugar, su percepción frente a los cambios en la cobertura vegetal en los últimos años, principales factores de degradación, entre otros. La entrevista fue aplicada en las instalaciones de la casa comunal y fue registrada mediante notas de campo con una duración de 20 minutos. A partir de la entrevista, se identificaron dinámicas clave

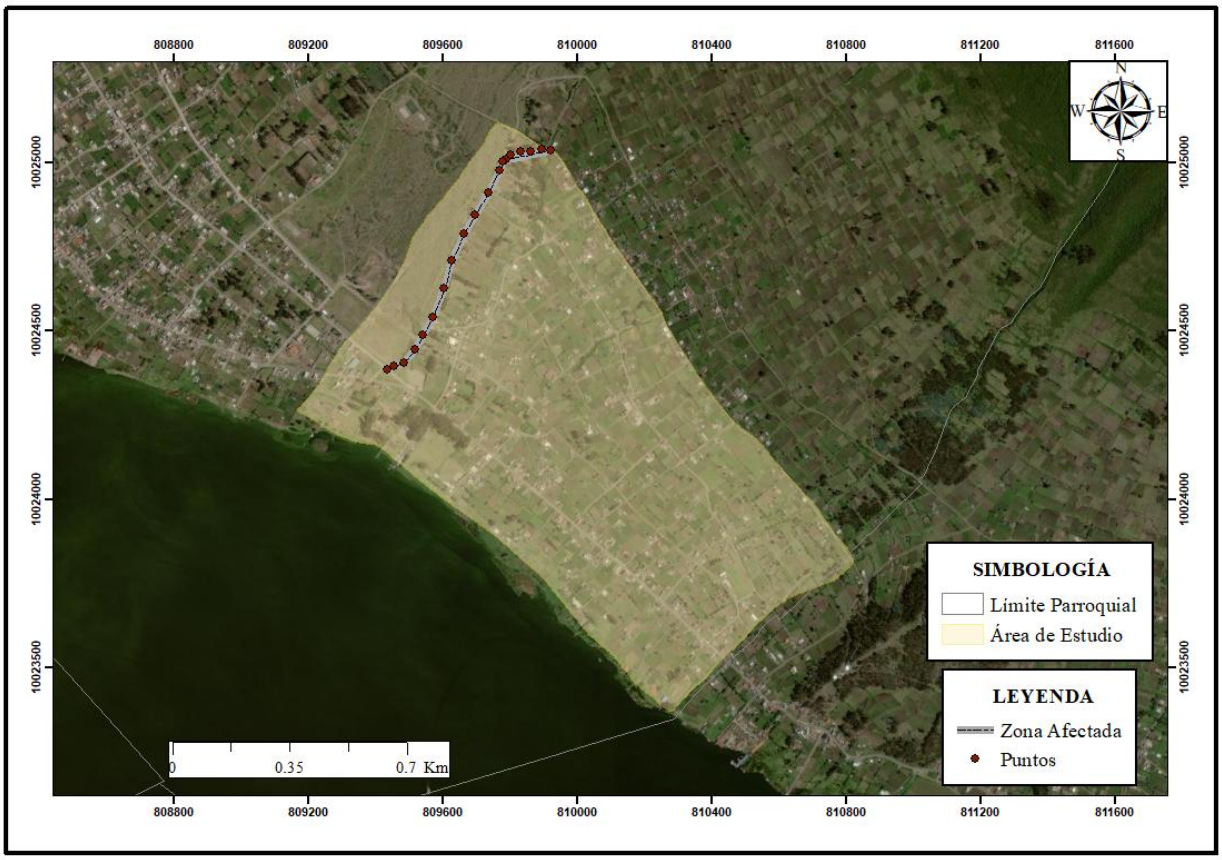
sobre la transformación del territorio específicamente una en la cobertura vegetal, que se ha visto impulsada tanto por las necesidades de infraestructura como por la gestión comunitaria.

El señor presidente señaló que, bajo su gestión se ha priorizado la sustitución de eucaliptos por especies remanentes como el “arrayán” o “aliso” debido al alto consumo hídrico de la especie introducida. Asimismo, el señor Miguel Males manifestó que la expansión de la red vial ha sido el principal factor de pérdida de vegetación, ya que la apertura y ampliación de calles se lleva a cabo a partir de la tala de árboles. Por otro lado, se destacó al “lechero” como una especie de gran valor, ya que de acuerdo con el testimonio del entrevistado esta especie sería usada para la creación de cercas vivas o comúnmente llamados cerramientos. Con respecto al uso del suelo, en los últimos años se ha observado una transición, desde una agricultura tradicional basada en el uso de “yuntas” hacia el empleo de tractores para facilitar todo el proceso de la preparación de la tierra, al igual que un recurrente uso de productos químicos para el control de plagas.

A partir de este testimonio se interpreta que la comunidad no ha roto completamente su conexión con la naturaleza y que hay una conciencia en aumento acerca de la importancia de volver a prácticas más sostenibles, como lo evidencian el interés por reemplazar el eucalipto con especies autóctonas y la apreciación del lechero para las cercas vivas. No obstante, enfrenta tensiones entre las necesidades de infraestructura y la conservación ambiental. Este plan tiene como objetivo no solo restablecer la cobertura vegetal y la funcionalidad del ecosistema, sino rescatar aquellos conocimientos ancestrales que todavía subsisten en los recuerdos de los habitantes más antiguos y que representan un patrimonio para las presentes y futuras generaciones.

Durante la entrevista, el Sr. Miguel Males no solo proporcionó datos históricos y técnicos sobre el territorio, sino que también contribuyó activamente a la elaboración del mapa parlante, identificando la zona crítica de 40 metros (Figura 4.5), la cual colindaría con el límite de la comunidad de La Compañía, caracterizada por un suelo pedregoso y de lastre que afecta directamente a una de las principales actividades a la que la comunidad se dedica, en este caso a las labores agrícolas y por ende a la pérdida de la fertilidad del suelo, al igual que la presencia de material de construcción y una mayor demanda de eucaliptos. Este ejercicio de cartografía permitió que el conocimiento local sobre los límites, los problemas y las aspiraciones de la comunidad se integrara directamente en el diagnóstico y la priorización de áreas para el plan de restauración.

Figura 4.5. *Mapa parlante de la zona afectada dentro de la comunidad de Camuendo*



Fuente*:* Elaboración propia – ArcMap

Asimismo, ante este escenario de degradación, el señor presidente ha mostrado interés en una futura restauración ecológica centrada en la recuperación de especies con valor cultural y biológico, como las “pencas”, una especie esencial dentro de la población, ya que es considerada como una bebida tradicional y ancestral de la zona rural. No obstante, también se espera conseguir el fortalecimiento de la presencia de vegetación nativa en las zonas más afectadas.

4.2.2. Encuesta

Los resultados presentados en esta sección corresponden a una muestra de 30 familias y no son estadísticamente representativos de la totalidad de la población (aproximadamente 1500 habitantes). Su valor radica en la información cualitativa y las tendencias identificadas, las cuales fueron complementadas con la entrevista al presidente y la observación directa en campo.

Los resultados obtenidos evidencian que la estructura poblacional de la comunidad de Camuendo presenta un rango de edad de 31 a 50 años, como se evidencia en la (Figura 4.6), lo que señala que la mayor parte de los habitantes correspondería a una población adulta, lo cual resulta favorable para el plan de restauración ecológica. De acuerdo con Pérez & Licta (2026), esta franja de edad no solo es una cifra, sino más bien una herramienta indispensable para asegurar que las técnicas de restauración y las prácticas ambientales a implementar no se pierdan con el tiempo y que sean transmitidas de generación en generación a fin de evitar que las presiones antrópicas cada vez aumenten. Por otro lado, el 27 % pertenece al rango de 51 a 65 años, convirtiéndose en un factor clave para el diseño de estrategias de restauración basadas en saberes ancestrales desde el manejo de suelos hasta el conocimiento de la vegetación propia del lugar, mientras que el 20 % perteneció a personas con un rango de 18 a 30 años, finalmente un 3 % perteneció al rango de más de 65 años en adelante.

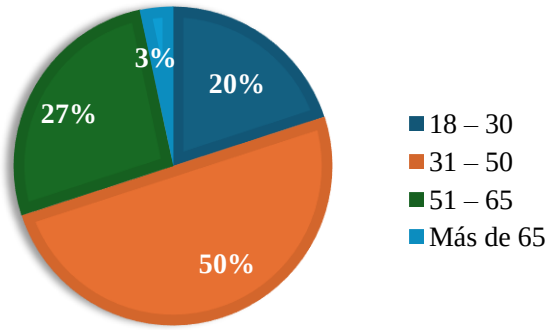


Figura 4.6 *Rango de edad de los pobladores de la comunidad de Camuendo (n=30)*

En cuanto al género de las personas encuestadas, el 60 % pertenece al género femenino, mientras que los hombres representan el 40 %. Lo que indicaría una predominancia del género femenino como se muestra en la (Figura 4.7), esta composición refleja que las mujeres suelen asumir roles centrales en la gestión cotidiana de los recursos naturales, desde la organización comunitaria hasta la transmisión de saberes agroecológicos. Esta percepción coincide con el programa “EbA LAC”, en donde señala que la participación de las mujeres en actividades que tradicionalmente eran empleadas por hombres ha avanzado, todo gracias a estrategias progresivas de acompañamiento técnico y validación comunitaria, haciendo énfasis en que los saberes ancestrales y prácticas locales lideradas por mujeres deben ser reconocidos como aportes clave, no como conocimientos secundarios. Por lo que, para el diseño del presente plan de restauración esta composición valida

la integración de saberes femeninos sobre especies nativas, usos tradicionales del suelo y prácticas de conservación (Vásquez, 2025).

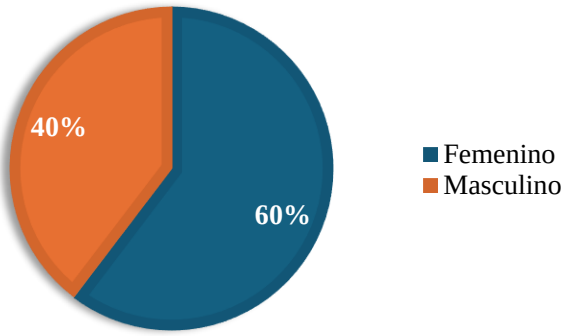


Figura 4.7 *Género de los encuestados (n=30)*

Los siguientes resultados revelan que un 47 % de los encuestados poseen predios que se sitúan en zonas planas o bajas, seguido por un 46 %, de los cuales se encuentran en laderas o pendientes pronunciadas, como se logra observar en la (Figura 4.8), lo que constituiría un factor de riesgo. Esta observación coincide con los estudios realizados por Tintaya *et al*. (2022), en donde señalan que la pendiente puede llegar a acelerar los procesos erosivos y la pérdida de suelo fértil, especialmente cuando coexisten altas precipitaciones y prácticas de manejo inadecuadas. Por otro lado, un 7 % indica que se encuentran cerca de fuentes de agua o pequeñas quebradas, lo cual resultaría preocupante dado que el riesgo por contaminación de escorrentía o sedimentación aumentaría, tal es el caso de la FAO (2000), en donde se evidencia que la escorrentía agrícola transporta sedimentos, nutrientes y plaguicidas hacia cuerpos hídricos, convirtiéndose así, en un impacto de alto grado para los recursos naturales, finalmente ningún encuestado señaló poseer predios en zonas cerca de áreas de bosque o páramo.

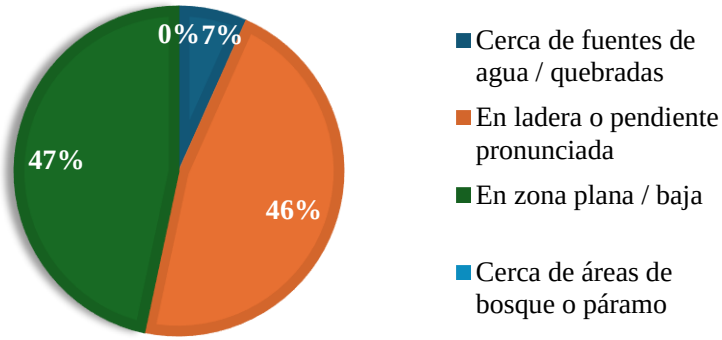


Figura 4.8 *Ubicación de parcelas (n=30)*

El conocer el tipo de uso que se le da al recurso suelo dentro de un plan de restauración es de suma importancia, en este caso la presente (Figura 4.9) muestra que un 58 % de la población realiza actividades agrícolas sobre sus terrenos, convirtiéndose en el principal factor de presión antrópica, esta observación coincide con la investigación realizada por Sepúlveda Varas *et al*. (2019), en donde destaca que la intensificación de la dinámica productiva agrícola, ha alterado drásticamente la cubierta vegetal ante el aumento de la presión humana; seguido por un 21 %, de los cuales mencionan que utilizan sus predios para vivienda única, mientras que, un 16 % señala que realizan actividades pecuarias, dicho impacto no es menor debido a que en diversos estudios como Torres *et al*. (2017), demuestran que el sobrepastoreo y el pisoteo del ganado afectan a las propiedades y procesos del suelo, por ende a su rendimiento; por otro lado, un 3 % manifestó que opta por realizar actividades muy aparte de las mencionadas anteriormente, como lo es el tema de manejo de galpones de aves. Finalmente, un 2 % de la población indicó que no realiza ningún tipo de actividad.

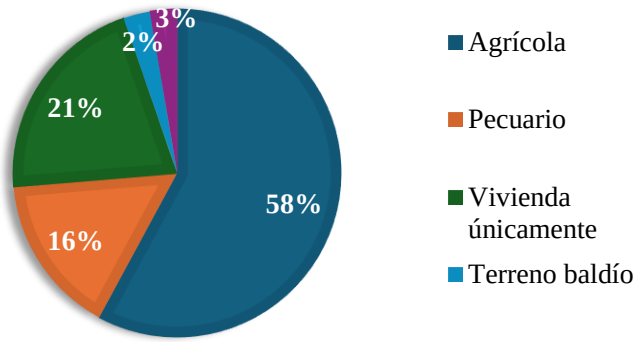


Figura 4.9 *Uso principal del recurso suelo (n=30)*

El principal uso del suelo que los habitantes de la comunidad realizan es la agricultura, por lo que en la (Figura 4.10) se observa que el 44 % se dedica a la siembra de monocultivos, seguido de la quema de rastrojos, que representa el 18 %, constituyendo así una estrecha relación ya que dichas prácticas serían la principal causa de la degradación del suelo, esta observación coincide con Pavón *et al*. (2010), en donde se menciona que la práctica de quema trae consigo una gran pérdida de materia orgánica, llegando así, a afectar negativamente la productividad de suelos, y a la

biodiversidad edáfica. Por otro lado, un 16 % representa a las actividades de pastoreo de animales, el otro 10 % manifestó que una de las actividades que suelen realizar es el uso de agroquímicos, generando de esa forma una presión química sobre el ecosistema, mientras que un 8 % hace referencia a la expansión urbana que año tras año aumenta. Finalmente, el 4 % de los habitantes mencionó que emplea actividades de extracción de madera, actividad que de acuerdo con Mendoza *et al*. (2019), constituye una de las principales presiones sobre remanentes forestales.

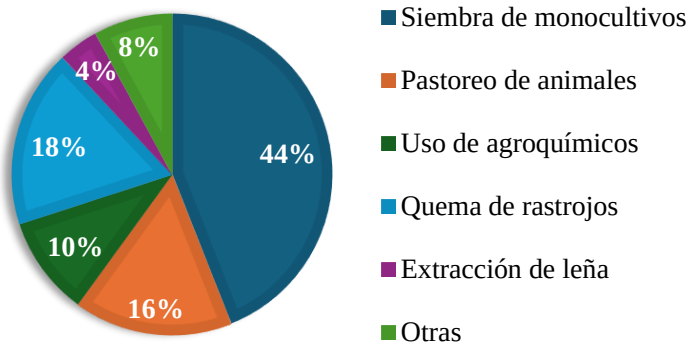


Figura 4.10 *Actividades que se realizan en los predios (n=30)*

Los problemas ambientales que se han visto últimamente son la desaparición de flora nativa en este caso el 35 % de los habitantes mencionan que en la actualidad existe mayor presencia de especies invasoras, como se muestra en la (Figura 4.11), dando como resultado un problema en la salud ecológica del ecosistema, de acuerdo con González & Rodríguez (2021), las especies invasoras no solo tienden a desplazar a la flora nativa sino que también alteran los hábitats, además de alterar el ciclo de nutrientes, la hidrología y los balances de energía, propios del ecosistema nativo; por otro lado un 27 % de la población indica que uno de los problemas ambientales que han observado es la presencia de suelos erosionados, provocando que un 15 % de la población se vea afectada frente a la fertilidad y productividad de los suelos. Por otro lado un 18 % en donde se indica mayor presencia de plagas, producto de una pérdida de equilibrio ecológico, esto coincide con Machado & Campos (2008), quien señala que esto se produce por el uso indiscriminado de pesticidas. Finalmente, un 5 % de la población ha notado que hoy en día las pequeñas quebradas o vertientes se encuentran con total escasez de agua.

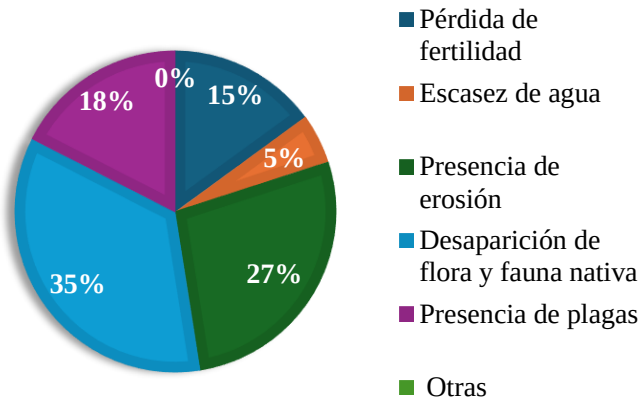


Figura 4.11 *Problemas ambientales observados en los últimos años (n=30)*

De acuerdo con los datos obtenidos en la (Figura 4.12), se puede observar que un 60 % de los encuestados no cuenta con áreas de vegetación nativa dentro de sus predios, un 37 % indica no tener conocimiento alguno de haber contado con vegetación nativa dentro de sus predios, lo que resulta relevante, ya que se puede llegar a interpretar que buena parte de la población ha crecido sin un referente directo de cómo lucía el paisaje antes de su transformación. Esta percepción coincide con Morales *et al*. (2017), donde mencionan que el conocimiento tradicional se está perdiendo debido al rápido desarrollo en muchas áreas donde la gente ha vivido por generaciones. Finalmente, tan solo un 3 % señaló que, si cuenta con la presencia de vegetación nativa, este hecho resulta preocupante debido a que sería el resultado de la transformación de remanentes de vegetación nativa por sistemas agropecuarios, además, esta situación compromete a la provisión de los servicios ecosistémicos, a la regulación hídrica y la protección del suelo, convirtiéndose en un problema para los procesos de restauración pasiva.

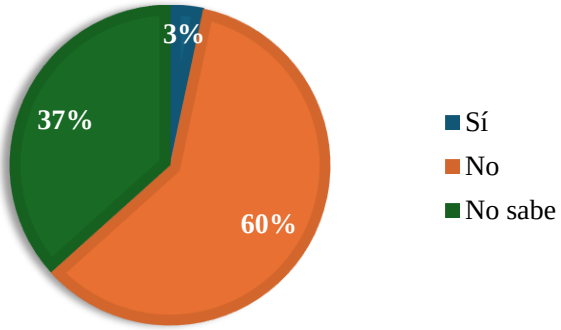


Figura 4.12 *Disponibilidad de vegetación nativa en los predios (n=30)*

Del total de pobladores en la (Figura 4.13), se puede observar que el 50 % desconoce sobre las especies nativas que antes eran comunes en la comunidad, lo que hace que se convierta en un problema cultural. Esta percepción observada coincide con el estudio de Morales *et al.* (2017), donde se menciona que el conocimiento etnobotánico varía significativamente entre grupos etarios, puesto que son los adultos los que tienden a retener mayor información sobre especies nativas, demostrando así que un 30 % de los encuestados reconoce especies de plantas nativas en este caso manifestaron que la planta que antes solían observar con frecuencia es el "llantén", destacando sus usos medicinales. Por otro lado, un 20 % indica que no posee ningún conocimiento, este vacío de conocimiento tiende a profundizarse con el recambio generacional, por lo que, cualquier estrategia de restauración debería contemplar espacios en los que los pobladores de mayor edad puedan compartir su experiencia sobre el manejo tradicional de la flora local con los miembros más jóvenes de la comunidad.

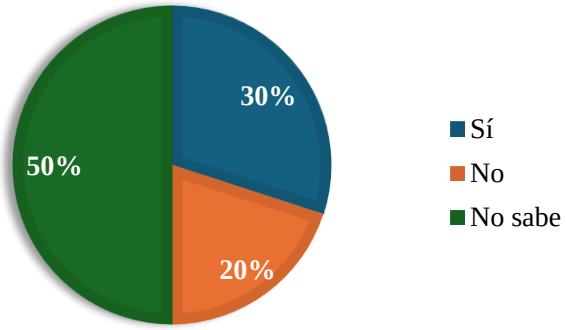


Figura 4.13 *Conocimiento de árboles o plantas nativas (n=30)*

Contar con la activa participación comunitaria es muy fundamental, por lo que la (Figura 4.14) indica que el 60 % de la población sí está dispuesto a sembrar especies nativas en sus predios, mientras que un 30 % se niega y tan solo un 10 % de los encuestados estarían indecisos. No obstante, conviene prestar atención a este 30 % dado que este segmento podría estar asociado a quienes dependen en mayor medida de la producción agrícola intensiva y perciben la reforestación como una limitante para sus ingresos; por ello, resulta pertinente que las estrategias de sensibilización descritas más adelante prioricen a este grupo, mostrando de manera concreta cómo prácticas como el silvopastoreo y las cercas vivas pueden combinar la producción con la

recuperación de la cobertura vegetal, sin que ello represente una pérdida económica para las familias involucradas. De acuerdo con Landini (2013), esta tensión entre la disposición ambiental y la necesidad económica es muy común en las zonas rurales ya que la desconfianza y la falta de asociaciones de productores han sido identificadas como barreras para la adopción de prácticas de conservación.

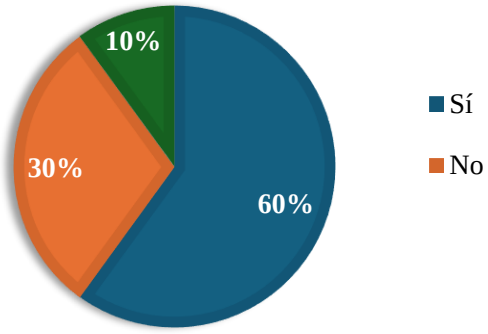


Figura 4.14 *Disposición a participar en un plan de reforestación con especies nativas (n=30)*

Uno de los principales problemas que se ha logrado visualizar por parte de los habitantes de la comunidad es el aumento de erosión de suelo en ciertas zonas, dando como resultado una disminución en la fertilidad del suelo y cultivos es por ello que en la (Figura 4.15) se observa que un 43 % de la población espera que al implementarse el presente plan de restauración ecológica, prioricen como beneficio principal el mejorar la calidad del suelo, esta observación coincide con lo planteado por Tigrero *et al*. (2025), donde se señala que el compostaje es una estrategia clave ya que tiene como efecto optimizar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Por otro lado, el 27 % indica obtener un beneficio a nivel de paisaje, mientras que un 16 % resalta la protección de fuentes de agua y finalmente, un 14 % espera que una de las estrategias a implementarse en el plan de restauración sea de gran apoyo para la conservación de especies nativas.

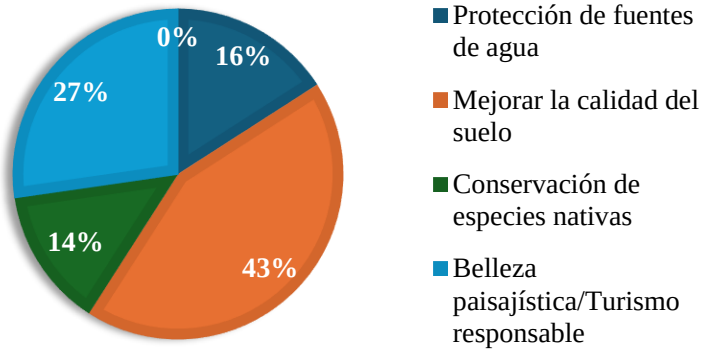


Figura 4.15 *Beneficios esperados de la restauración ecológica (n=30)*

De acuerdo con las encuestas aplicadas, la (Figura 4.16) muestra que el 87 % de los encuestados se encuentra interesada en la elaboración de abonos orgánicos, relacionada directamente con la mejora de la calidad del suelo. De acuerdo con Valencia *et al*. (2025), esta preferencia por abonos orgánicos no solo proporciona nutrición, sino que mejora la estructura del suelo y aumenta su capacidad para retener agua y promover la actividad microbiana. Un 7 % registran intereses hacia la apicultura, una estrategia que resulta compatible con sistemas agroforestales para acelerar la recuperación de ecosistemas degradados, mientras que un 6 % se encuentra interesado en el desarrollo y establecimiento de cercas vivas, el cual resulta indispensable para la conectividad del paisaje y el control de erosión en laderas. En conjunto, estos tres intereses, elaboración de abonos orgánicos, la apicultura y las cercas vivas, conforman prácticas que se complementan y se potencian mutuamente, y que constituyen la base sobre la cual podemos construir un proceso de transición hacia sistemas productivos más sostenibles y resilientes en la comunidad de Camuendo.

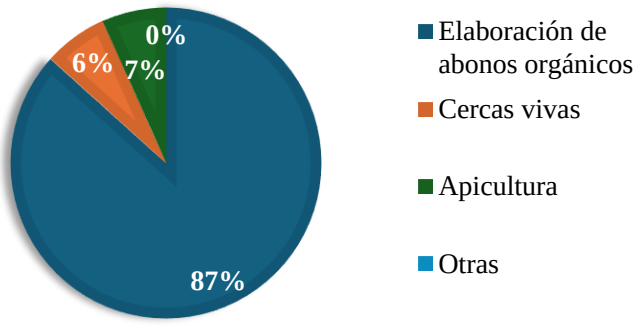


Figura 4.16 *Intereses en prácticas sostenibles (n=30)*

La presente (Figura 4.17) hace mención de que la comunidad hasta la actualidad no ha recibido apoyo técnico de ninguna institución para el manejo de su terreno, lo que explicaría el hecho de que la población posee una evidente falta de conocimiento frente a prácticas más sostenibles para el manejo y conservación del suelo y de la vegetación. Lo que resulta particularmente significativo, ya que confirma que las prácticas de degradación identificadas a lo largo del diagnóstico ambiental, como la quema de rastrojos, el monocultivo o el manejo inadecuado del eucalipto, no responden a un desinterés deliberado por parte de la comunidad, sino más bien a la ausencia histórica de acompañamiento técnico que oriente formas alternativas de producción. Percepción que coincide con Landini (2013), en donde señalan que la falta de apoyo en zonas rurales es uno de los principales problemas. En consecuencia, la nula presencia institucional detectada evidencia una oportunidad concreta para las entidades públicas competentes, entre ellas el GAD Provincial de Imbabura y el MAE.

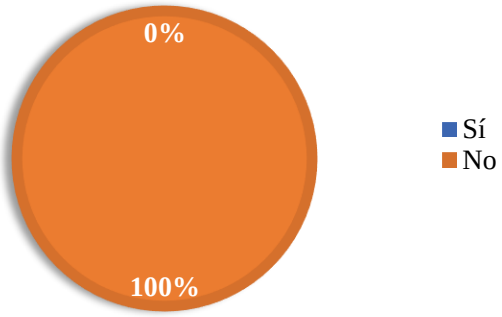


Figura 4.17 *Apoyo técnico institucional (n=30)*

Pese a que la comunidad muestra interés en ser partícipe de un plan de reforestación, en el caso de llegar a implementarse, en la (Figura 4.18), se observa que un 53 % de la población se mostró indecisa en ser partícipe de jornadas comunitarias, lo que resulta un segmento crítico para futuros trabajos de investigación, un 37 % manifiesta que, sí está dispuesto a ser partícipe, mientras que un 10 % en definitiva no estaría de acuerdo. Esta percepción coincide con Landini (2013), en donde señala que el interés individual es el resultado de la desconfianza que caracteriza a muchas comunidades rurales. De todos modos, es esencial que el plan conserve una postura respetuosa y abierta, reconociendo que la implicación es un proceso paulatino y que la confianza se edifica con el tiempo, a través de resultados concretos y de una comunicación honesta y transparente. En

última instancia, lo que verdaderamente cuenta no es la cifra de participación inicial, sino la habilidad para adaptarse, incorporando a más individuos conforme el plan avanza y evidenciando que restaurar el territorio es una labor que favorece a todos.

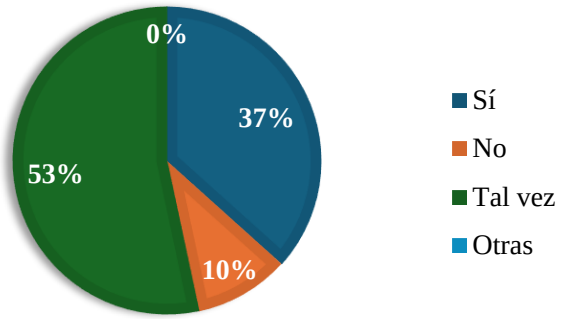


Figura 4.18 *Disposición a participar en jornadas comunitarias de restauración (n=30)*

A pesar de que los encuestados en su mayoría no se encuentran de acuerdo con ser parte de las jornadas comunitarias de restauración, en la (Figura 4.19), se logra visualizar que, ante la interrogante de recibir apoyo gubernamental en temas ambientales, un 49 % se encuentra interesado en la entrega de plantas nativas, un 36 % decidió recibir capacitaciones técnicas, mientras que un 15 % optó por la alternativa de incentivos económicos por conservación. De acuerdo con Esquivel & Bonilla (2000), el interés por los incentivos económicos ha demostrado ser un proceso efectivo para inducir a los productores a conservar los recursos naturales. Lo que resulta coherente entre la disposición individual y la disposición colectiva de la comunidad, puesto que, los resultados de la encuesta (n=30) evidencian que los pobladores prefieren formas de apoyo que puedan aplicar de manera directa en sus propios predios, antes que comprometerse con actividades de carácter estrictamente comunitario cuya organización y sostenimiento en el tiempo perciben como más incierto.

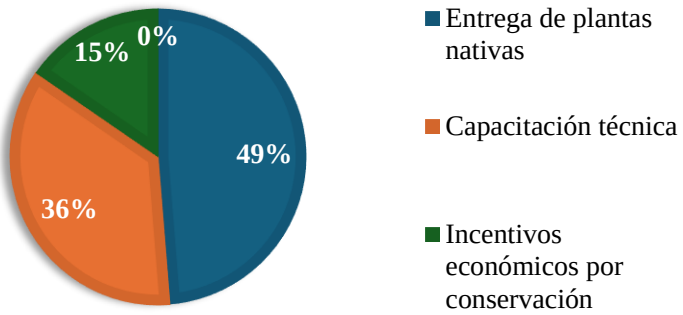


Figura 4.19 *Apoyo gubernamental dirigido a la comunidad (n=30)*

CAPÍTULO V
PROPUESTA DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Esta propuesta se implementó para responder al tercer objetivo específico y, con ello, presentar métodos y soluciones que contribuyan a mejorar la salud ecológica de la población de Camuendo y garantizar que los recursos naturales sean sostenibles.

5.1. Zonas prioritarias de intervención

La identificación y establecimiento de las zonas de intervención constituye el punto de partida para orientar espacialmente las acciones del plan de restauración ecológica. La priorización se realizó a partir de la integración de los resultados del diagnóstico ambiental, la caracterización biótica y abiótica, la información cartográfica y la percepción de los actores locales. Para diferenciar las zonas, se consideraron el grado de alteración de la cobertura vegetal, la presencia de erosión y compactación, el cambio de uso del suelo, la dominancia de especies introducidas, la existencia de remanentes de vegetación nativa, el potencial de recuperación natural, la accesibilidad y la disposición de la comunidad para participar. Con estos criterios se establecieron tres niveles de intervención: alta, media y baja, entendidos como categorías de planificación y no como valores absolutos de degradación.

5.1.1. Zonas de prioridad alta

Son aquellos sectores donde la degradación ambiental es aún más severa, por lo tanto, depende de una intervención temprana con la finalidad de generar los mayores beneficios ecológicos y recuperar la salud del ecosistema. A razón de ello, la principal zona crítica es el área que limita con la comunidad de La Compañía la cual cuenta con una longitud de aproximadamente 40 metros, aunque su extensión es reducida en comparación con otras áreas del territorio su denominación como zona prioritaria responde a criterios de calidad y severidad de la degradación, mas no a la superficie afectada. Bajo este contexto, este tramo se caracteriza por poseer un suelo pedregoso y de lastre, el cual afecta directamente a la productividad agrícola, acelera los procesos de pérdida de fertilidad y por ende suelos cada vez más erosionados.

Asimismo, en el tramo se puede observar la presencia de distintos materiales de construcción y residuos sólidos que afectan directamente a la calidad del recurso suelo, no obstante, durante los recorridos en campo se logró observar una alta demanda de eucaliptos, lo cual ha generado la eliminación de la cobertura vegetal en los últimos tiempos. Por otro lado, la ubicación estratégica en el límite de la comunidad lo convierte en un área de presión antrópica constante con un potencial para actuar como un área demostrativa, donde los resultados de la restauración puedan ser visibles para la comunidad y generar confianza en el proceso de implementación del plan de restauración ecológica.

5.1.2. Zonas de prioridad media

Hacen referencia a los parches de vegetación nativa que, a pesar de la transformación profunda del paisaje y de la dominancia del eucalipto, aún albergan especies como el "shordán" (*Dalea coerulea (L.f.) Schinz y Thell.*), los "zapatitos" (*Calceolaria crenata Lam.*), la "chilca" (*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav*)) y el "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss.*), estos parches, a menudo asociados a antiguos cauces o linderos, representan los últimos testigos vivos del ecosistema original de la comunidad. Su importancia radica en que funcionan como reservorios de biodiversidad y fuentes de propágulos (semillas). Sin embargo, se encuentran aislados, lo que limita el flujo genético y la dispersión de especies. Por eso estas zonas como tal representan una oportunidad para la restauración ecológica porque a partir de ellas podemos iniciar un proceso de expansión de la vegetación nativa hacia el resto del paisaje.

5.1.3. Zona de prioridad baja

Corresponden a aquellas zonas con pendientes pronunciadas donde el pastoreo intensivo y la quema de rastrojos han generado la disminución de la cobertura vegetal, la capacidad de los ecosistemas frente a la regulación del ciclo hidrológico y a la estabilidad edáfica. El fuego utilizado para limpiar terrenos es una actividad que comúnmente tiene a eliminar nutrientes como el nitrógeno y fósforo, además de reducir la actividad microbiológica necesaria para mantener suelos fértiles. Particularmente, los suelos de las laderas son susceptibles a procesos de erosión, sin embargo, actividades como la presencia de ganado y cultivos tradicionales aumentan la probabilidad de perturbaciones dentro de la zona, por lo que directamente obliga a los agricultores

a depender de los fertilizantes químicos para mantener la productividad. La selección de estos predios como prioritarios responde al reconocimiento de que la restauración no puede limitarse a áreas silvestres o degradadas, sino que debe integrarse en los sistemas productivos de la comunidad.

5.2. Especies potenciales para la restauración

La selección de especies nativas para acciones de restauración constituye una decisión estratégica, puesto que ayudarán a determinar el éxito y la sostenibilidad del plan (Colomina *et al*., 2025), para llevar a cabo este proceso se ha considerado como punto clave al inventario de flora y criterios ecológicos, a modo de destacar que las especies seleccionadas son capaces de adaptarse a las condiciones ambientales de la zona y contribuir a la recuperación de la estructura y funcionalidad ecológica, además de, fortalecer el vínculo entre la comunidad y su entorno natural. Entre los criterios ecológicos priorizados se encuentra la clasificación de las especies según su rol de sucesiones, distinguiendo especies pioneras, ideales para iniciar la recuperación en suelos erosionados; especies de sucesión tardía, que se introducen una vez que el dosel inicial se ha establecido; y especies facilitadoras, que mejoran la calidad del suelo o atraen fauna polinizadora.

Entre las especies con mayor potencial para la restauración se encuentra el "pumamaqui" (*Oreopanax ecuadorensis spp.)*, una especie perteneciente al grupo de sucesión tardía, sin embargo, se logra adaptar a la recuperación de suelos erosionados, además de cumplir un rol de especie facilitadora dentro de los bosques nativos andinos, ya que sus raíces se caracterizan por descompactar el suelo y su frondosa copa mejora la infiltración del agua, creando así, un microclima favorable para el desarrollo de otras especies. Sin duda es una especie que refleja la conexión cultural con el territorio y su importante relación con el plan de restauración, ya que más allá de contribuir a la recuperación ecológica también aporta al fortalecimiento de la identidad cultural de la comunidad.

La siguiente especie de gran importancia es "aliso" (*Alnus acuminata Kunth*.), una especie que actúa principalmente como especie pionera y consecuentemente especie facilitadora, a razón de que se caracteriza por colonizar rápidamente áreas degradadas, laderas erosionadas y riberas de

ríos, por otro lado, cumple el rol de facilitar el establecimiento de otros árboles ya que tiene a fijar nitrógeno atmosférico en el suelo mediante bacterias en sus raíces, enriqueciendo así la tierra y logrando una mejora en las condiciones para el ecosistema. Cabe mencionar que, de acuerdo con la entrevista, el presidente de la comunidad habría manifestado que la actividad de sustituir la presencia de eucaliptos por aliso ha sido una prioridad en su gestión, debido a que se la considera como una especie de menor consumo hídrico, validando de esa forma su presencia en el plan de restauración ecológica.

Por otro lado, se encuentra el "mortiño" (*Vaccinium floribundum Sw*.), una especie considerada principalmente como facilitadora y un componente clave en etapas de sucesión media tardía. En la ecología de los páramos andinos, funciona como una planta nodriza o protectora, debido a que su denso hábito arbustivo reduce el impacto de los vientos helados, retiene la humedad del suelo y modera la temperatura, creando de esa forma condiciones favorables que permitan el crecimiento de otras especies y musgos, mientras que, el hecho de ser parte del grupo de sucesión tardía hace alusión a que tienda a establecerse en comunidades vegetales resilientes y forma parte de ecosistemas de alta montaña, coexistiendo junto al frailejón y la paja de páramo. La selección de esta especie dentro del plan de restauración responde no solo a su valor ecológico, sino a las aspiraciones de la comunidad de recuperar especies que forman parte de su patrimonio cultural.

Otra de las especies seleccionadas es el "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss*.), actúa principalmente como una especie facilitadora dentro de los procesos de sucesión ecológica y restauración, además, de funcionar como una barrera viva que enriquece el suelo y atrae fauna polinizadora, retiene la humedad y aporta nutrientes al suelo. Posteriormente, se ha caracterizado por su adaptabilidad a zonas degradadas y su rápido crecimiento, sin dejar por alto su uso en la construcción de cercas vivas y su presencia en sistemas agroforestales. De igual manera, se encuentra la "chilca" (*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav*.)), considerada una especie pionera y facilitadora, se caracteriza principalmente por modificar el microclima, retener el suelo y aportar materia orgánica, lo que permite que otras especies de sucesión tardía se establezcan.

A continuación, se encuentra el "ñachag" (*Bidens humilis spp.)*, una especie que se clasifica principalmente como una especie pionera, de tipo herbácea y de rápido crecimiento, tiene una alta

capacidad para colonizar suelos degradados, áreas perturbadas o zonas sin vegetación. Sus semillas ligeras y con ganchos se dispersan fácilmente, lo que la convierte en una de las primeras en establecerse. Además, se constituye en algunos contextos como especie facilitadora, ya que al desarrollarse en zonas degradadas su biomasa y hojarasca pueden ayudar a retener humedad y mejorar las condiciones del suelo, lo que facilita el posterior establecimiento de otras plantas. Por ello, el conocimiento local sobre el manejo y los usos de esta especie facilita su incorporación en las acciones de restauración y asegura su mantenimiento por parte de la comunidad.

Para terminar, tenemos la selección del "cafecillo" (*Senna septemtrionalis (Viv.) H.S. Irwin & Barneby.*), una especie pionera que destaca por su rápido crecimiento, tolerancia a la luz y su capacidad para prosperar en suelos degradados o perturbados, además de caracterizarse por ser una especie facilitadora porque fija nitrógeno en el suelo y su hojarasca mejora las condiciones del terreno, preparando el camino para que lleguen otras plantas de sucesión tardía. Por otro lado, se encuentra el "shordan" (*Dalea coerulea (L.f.) Schinz y Thell.*), que al igual que el cafecillo pertenece a la familia de las leguminosas, esta es una especie de gran valor ecológico ya que destaca en proyectos de restauración ecológica gracias a su adaptabilidad en suelos perturbados, su valor ornamental y su crucial rol como refugio para polinizadoras, jugando un rol fundamental en la conectividad ecológica y no menos importante, es empleada en áreas cercanas a cultivos para atraer enemigos naturales de plagas, lo que favorece la reducción de químicos.

5.3. Estrategias específicas

Diseñadas de acuerdo a las características del territorio y las capacidades locales disponibles para su implementación, estas estrategias se fundamentan en los principios de la restauración ecológica y en las experiencias documentadas en contextos similares de la zona local, reconociendo que la recuperación de las áreas degradadas requiere tanto de intervenciones directas para acelerar los procesos de regeneración, como de la eliminación de los factores de presión que han causado el deterioro.

5.3.1. Reforestación con especies nativas

La reforestación constituye la estrategia central del plan, ya que se lo plantea como un proceso de restauración activa, de acuerdo con el marco teórico se entiende como aquella intervención que requiere la introducción deliberada de especies para acelerar la recuperación del ecosistema, a diferencia de la restauración pasiva, que confía en la capacidad natural de regeneración del territorio. Dado el nivel de deterioro observado en el límite con la comunidad de La Compañía, se considera que la sola regeneración espontánea resultaría insuficiente para revertir la pérdida de cobertura y la recuperación y mejoramiento del suelo, por lo que la estrategia propuesta para esta zona de prioridad alta constituye el primer paso de restauración y sus resultados a obtenerse permitirán ajustar y mejorar futuras intervenciones en otras áreas aledañas del territorio.

Para dar inicio con la propuesta, se propone ejecutar la preparación del terreno tomando en cuenta que requiere de un proceso cuidadoso en donde se consideren las condiciones adversas presentes en el tramo (Colomina *et al*., 2025). Por lo que, se procederá a retirar los materiales de construcción y los residuos sólidos restantes que llegan a afectar la calidad del suelo y dificultan el crecimiento de las plantas. De acuerdo con esto, se prevé un retiro progresivo de los eucaliptos presentes, en donde no se llevará a cabo una tala inmediata y total sino más bien un aprovechamiento selectivo que permita la sustitución gradual de esta especie por especies nativas. De modo que, la madera extraída se la podrá utilizar como leña o material de construcción lo que generaría un beneficio económico que contribuya a financiar las acciones de restauración. Una vez que lo mencionado se haya concluido se realizará la eliminación de rebrotes mediante la aplicación de técnicas manuales, a fin de evitar el uso de herbicidas químicos.

La preparación de los hoyos se realizará bajo dimensiones de 30 x 30 x 30 cm, que permitan el adecuado desarrollo de las raíces de las plantas. Sin embargo, el tramo se ha caracterizado por poseer un suelo pedregoso y de lastre, por lo que será necesario realizar una excavación aún más profunda y la incorporación de materia orgánica, en este caso el compost producido por la propia comunidad con el objetivo de mejorar la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Colomina *et al*., 2025). No obstante, esta práctica responde al interés por parte de la

comunidad encuestada, en donde el 87 % manifestó interés en la elaboración de abonos orgánicos, fortaleciendo las capacidades locales en prácticas de manejo sostenible.

El distanciamiento entre hoyos será de 3 metros entre plantas y 3 metros entre hileras, permitiendo así un desarrollo óptimo de las especies seleccionadas y de igual manera facilitará las labores de mantenimiento y monitoreo. En el marco de esta reforestación se ha planificado la siembra de un total de 50 plántulas, en el tramo de prioridad alta (40 metros), las cuales serán producidas en el vivero comunitario con un costo de $0.35 por plántula (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014) y serán trasplantadas tras un proceso de endurecimiento de dos a tres semanas, considerando una densidad de aproximadamente 2 a 3 especies por metro cuadrado lo que permitirá evaluar la adaptabilidad de las especies frente a un espacio reducido. La selección de las especies a sembrar responde a un diseño de sucesiones, por lo que se iniciará con aquellas que presentan una mayor capacidad de adaptación a suelos degradados, por lo que, la primera especie pionera será el "aliso" (*Alnus acuminata Kunth*.), a modo de que mejorará la fertilidad del suelo y creará las condiciones siguientes para el posterior establecimiento de otras especies.

Siguiendo la sucesión, se encuentra la "chilca" (*Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.)*) y el "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss*.), arbustos que al igual que el aliso son de rápido crecimiento, mismos que de acuerdo con el testimonio del presidente cumplen un rol fundamental en la comunidad ya que se han utilizado para la formación de cercas vivas, logrando establecerse fácilmente en suelos degradados obteniendo como resultado su rápida colonización en el área, además de que proporcionarán protección al suelo contra la erosión. Una vez que estas especies se hayan establecido en el área afectada, se comenzará con la siembra de las especies facilitadoras como el "shordán" (*Dalea coerulea (L.f.) Schinz y Thell*.) y el "cafecillo" (*Senna septemtrionalis (Viv.) H.S. Irwin & Barneby*), quienes tendrán el rol de enriquecer el suelo y diversificar la estructura del ecosistema.

Cuando estas especies pioneras y facilitadoras logren haber creado las condiciones adecuadas de sombra, humedad y fertilidad, se procederá a la siembra de especies de sucesión tardía, tal es el caso del "pumamaqui" (*Oreopanax ecuadorensis spp*.) debido a su capacidad de adaptabilidad a suelos pobres y en condiciones extremas, lo que lo convierte en una especie ideal para las etapas

avanzadas de la restauración. Para finalizar, el “arrayán” (*Myrcianthes hallii*), “zapatito” (*Calceolaria crenata Lam.*) y “ñachag” (*Bidens humilis spp*.) serán incorporados en las etapas finales. La integración de todas estas especies en el proceso de reforestación no solo garantizará la recuperación de la cobertura vegetal, sino también el restablecimiento de las funciones ecológicas que sostienen la vida en el ecosistema.

Cabe destacar que este diseño de sucesión es una propuesta que, al realizarla de manera correcta, será un éxito total. Sin embargo, antes de proceder con la siembra, las plántulas deberían ser producidas en un vivero comunitario y sometidas a un proceso de endurecimiento o a aclimatación antes de ser trasladadas al terreno definitivo, por lo que este proceso tendrá una duración de dos a tres semanas, en donde las especies serán expuestas gradualmente a las condiciones climáticas del área, a manera de conseguir que las plantas desarrollen una mayor resistencia al estrés hídrico y a las variaciones de temperatura, a modo de permitir que su tasa de supervivencia sea aún más alta una vez que sean sembradas en el área determinada (Colomina *et al*., 2025). De modo que, las especies a ser utilizadas en primera instancia serían *Alnus acuminata* y *Myrcianthes hallii.*

5.3.2. Enriquecimiento de especies

El enriquecimiento de especies como tal no se refiere en este caso a la mejora de un bosque existente, sino más bien al fortalecimiento y expansión de aquellas zonas de prioridad donde la vegetación nativa aún persiste a pesar de la dominancia del eucalipto y la transformación del territorio. Con los recorridos realizados como parte del diagnóstico ambiental y en conjunto con el testimonio de los pobladores más antiguos de la comunidad se logró identificar a los parches de vegetación nativa que aún persisten y que han logrado resistir a pesar de las condiciones adversas, entre ellas se destaca al “shordán”, los “zapatitos”, la “chilca”, el “lechero” Y entre otras que forman parte del inventario florístico obtenido durante la investigación. Por otro lado, la existencia de estos parches de vegetación nativa representa una oportunidad para iniciar el proceso de restauración aprovechando los procesos ecológicos que ya se encuentran en marcha y que han permitido que estas especies se mantengan a lo largo del tiempo.

La estrategia principal para estas zonas será el establecimiento de corredores ecológicos. Estos corredores tienen como objetivo conectar los parches de vegetación, creando una red de conectividad que facilite el movimiento de fauna y flora, fortalezca los procesos de regeneración natural y aumente la resiliencia del paisaje ante perturbaciones (Yepes, 2025). La conectividad ecológica es fundamental para asegurar la viabilidad a largo plazo de las poblaciones de especies nativas y para restaurar los flujos ecológicos en el territorio. El establecimiento de corredores ecológicos no solo es una estrategia de restauración, sino una inversión en la salud del paisaje a largo plazo, asegurando que los procesos ecológicos fundamentales puedan fluir nuevamente a través del territorio.

Para llevar a cabo esta estrategia, se realizarán talleres con los propietarios de los predios y los líderes comunitarios para diseñar las rutas óptimas para los corredores, respetando los linderos, los cauces secos y las áreas de menor pendiente. Por consiguiente, cada corredor tendrá un ancho mínimo de 5 a 10 metros y estará compuesto por una mezcla de especies nativas seleccionadas por su valor ecológico y su rol en la sucesión. Se priorizará la siembra de especies pioneras de rápido crecimiento como el "aliso" (*Alnus acuminata Kunth*.), para establecer una cubierta inicial, combinadas con especies facilitadoras como el "lechero" (*Euphorbia laurifolia Juss*.) y el "shordán" (*Dalea coerulea (L.f.) Schinz y Thell*.). Posteriormente, se introducirán especies de sucesión tardía como el "pumamaqui" (*Oreopanax ecuadorensis spp*.) y el "arrayán" (*Myrcianthes hallii*) para enriquecer la estructura del corredor a largo plazo.

La implementación de los corredores ecológicos se enmarca en la modalidad de restauración pasiva, definida por el Ministerio del Ambiente (2017) como aquella intervención que elimina las presiones antrópicas (como el pastoreo y la quema) y permite la regeneración natural del ecosistema. Estos corredores no solo mejorarán la conectividad, sino que también servirán como barreras vivas contra el viento, ayudarán a controlar la erosión en laderas, proporcionarán sombra y refugio para la fauna, y actuarán como fuentes de semillas que favorecerán la regeneración natural de las áreas adyacentes

5.3.3. Silvopastoreo

La ganadería es una actividad que genera degradación del suelo debido a que los animales pisotean el suelo, esto afecta la estructura, la permeabilidad y reduce el contenido de materia orgánica del suelo (Torres *et al*., 2017). Por ello, la implementación del programa de sistemas silvopastoriles en zonas ganaderas con niveles vulnerables permite evitar daños como el desgaste y compactación del suelo, evita la pérdida de los nutrientes y mantiene la fertilidad del suelo. La puesta en marcha de sistemas silvopastoriles en la comunidad de Camuendo se presenta como una respuesta imprescindible ante la situación de un área donde las familias tienen como actividades fundamentales la ganadería y la agricultura. Se aconseja dar prioridad a la implementación de este sistema en las propiedades situadas en laderas con una inclinación fuerte, porque la cobertura arbórea relacionada con el silvopastoreo ayuda al mismo tiempo a mantener la humedad del suelo y a regular la erosión hídrica, lo que complementa las acciones de reforestación planificadas para esos lugares.

La propuesta de los sistemas silvopastoriles no parte de un modelo único, sino que más bien es un proceso que se llevará a cabo bajo tres etapas, la primera etapa consiste en la siembra de especies arbóreas a una densidad de 50 a 70 árboles por hectárea. Para ello, se seleccionarán especies como el “aliso”, una especie que se encargará de proporcionar sombra y mejorar la fertilidad del suelo a través de la fijación del nitrógeno, por otro lado, se encuentra el “pumamaqui”. La presencia de estas especies permitiría reducir la presión de sobrepastoreo sobre las áreas de vegetación natural, al tiempo que aportaría sombra y forraje complementario para el ganado, disminuyendo así uno de los factores de degradación identificados en el diagnóstico ambiental.

La segunda etapa corresponde a las cercas vivas, una práctica que ha sido utilizada tradicionalmente con especies como el “lechero” y la “chica”, esta estrategia consiste en establecer hileras de arbustos y árboles en los límites de los potreros, los cuales cumplirán funciones como la protección contra el viento, control de la erosión y provisión de hábitat para la fauna. En este caso las cercas vivas se implementarán no solo con el fin de reducir la necesidad de construir cercas con madera o alambre, sino que también conectarán a los diferentes fragmentos de vegetación en el paisaje, facilitando el movimiento de la fauna y la dispersión de las semillas. Las

especies que se han seleccionado para fortalecer esta práctica ancestral han sido el “shordán” y el “cafecillo”, que además de sus usos medicinales poseen una alta capacidad de fijar nitrógeno y mejorar la calidad del suelo.

La tercera etapa corresponde a los sistemas agroforestales en terrazas está dirigida especialmente a las áreas con pendientes pronunciadas donde la erosión constituye una amenaza para la productividad del suelo, esta etapa combina la construcción de terrazas para el control de la erosión con la siembra de árboles y arbustos que proporcionan sombra y diversifican la producción. En el tema de las terrazas se alternarán cultivos anuales como el maíz, el fréjol y las habas, los cuales hacen parte de la tradición agrícola de la comunidad, por otro lado, se tomará en cuenta especies arbóreas como el “aliso” y el “pumamaqui”, además de arbustos frutales como el mortiño, que además de su valor ecológico ofrecen productos de consumo directo para las familias que residen en la comunidad.

5.3.4. Estrategias de manejo del suelo

La recuperación de la salud del suelo es la base sobre la cual se sustentan todos los procesos ecológicos y productivos del territorio. Durante las encuestas realizadas, el 43 % de los pobladores manifestó que su mayor aspiración frente a la implementación del plan de restauración es mejorar la calidad del suelo, mientras que el 87 % de la población expresó interés en la elaboración de abonos orgánicos, cifras como estas revelan una conciencia clara de cambiar las prácticas actuales por nuevas formas de relacionarse con la tierra. Es así como, la producción de abonos orgánicos parte de la necesidad de reducir el uso de fertilizantes sintéticos, que de cierto modo han contribuido a la pérdida de la actividad biológica del suelo. Por lo que, se propone la implementación de un programa de compostaje comunitario en donde los residuos orgánicos generados serán la pieza clave para consolidar esta actividad en conjunto con restos de cosecha, estiércol de animales y residuos de cocina, que serán transformados en un abono de calidad, el cual se logrará conseguir mediante técnicas sencillas y sobre todo accesibles para todos los usuarios.

La rotación de cultivos es otra estrategia para el adecuado manejo del suelo, en la actualidad es una práctica que ha quedado en el olvido, ya que se evidenció que en la comunidad de Camuendo

los monocultivos serían los que más predominan en el sitio. La presente estrategia consiste en alternar cultivos de diferentes familias botánicas en un mismo terreno y a lo largo del tiempo, con el objetivo de conseguir que el suelo no se agote y las plagas y enfermedades no persistan en el medio donde se van a establecer dichas prácticas (FAO, 2012). Un claro ejemplo, consistiría en alternar un ciclo de maíz con uno de fréjol, habas o chochos, las mismas que son capaces de fijar nitrógeno y enriquecer el suelo, posteriormente, se podrá seguir con un ciclo de papa o zanahoria, los cuales tendrán la oportunidad de aprovechar los nutrientes acumulados, para finalizar se optaría por un período de descanso con pasto o abonos orgánicos que protejan el suelo y restauren la estructura.

En este caso la labranza es otra de las estrategias a implementar, ya que principalmente en la comunidad el uso de tractores en las laderas ha contribuido a la compactación del suelo, a la pérdida de su estructura y a la aceleración de los procesos erosivos, por lo que, adoptar técnicas que respeten la estructura del suelo contribuirá a mantener su salud ecológica y a minimizar los disturbios, entre ellas, se destaca la labranza mínima o la labranza cero, prácticas que consisten en sembrar directamente sobre los residuos del cultivo anterior sin invertir el suelo manteniendo de esa forma, la cobertura vegetal que lo protege contra la erosión y conserva la humedad (Secretaria de Fomento Agropecuario, 2019). Por otro lado, en el caso de existir áreas donde la labranza sea necesaria, se recomienda realizarla siguiendo las curvas de nivel, mas no en dirección a la pendiente a fin de evitar que el agua lluvia forme surcos en el suelo, provocando así el aumento de erosión, además, se recomienda el uso del ganado o herramientas manuales en lugar de maquinaria pesada especialmente en las áreas de mayor pendiente, logrando así reducir la compactación del suelo (He *et al*., 2017).

Finalmente, se encuentran los cultivos en contorno, una práctica de gran efectividad para el control de la erosión en terrenos inclinados está técnica consiste en sembrar y labrar la tierra acorde a las curvas de nivel del terreno de modo que los surcos y las hileras de cultivos actúen como pequeñas barreras, reteniendo así el agua lluvia y los sedimentos, a fin de evitar que estos escurran ladera abajo arrastrando consigo la capa fértil (Choudhary *et al*., 2024). Es por esto que, en la zona de estudio el implementar cultivos en contorno puede marcar una diferencia significativa en la conservación del suelo y en la productividad de los cultivos adicionalmente se complementaría

con la instalación de barreras vivas a lo largo de las curvas de nivel utilizando especies como lechero y la chilca, que ya son conocidas por la comunidad para la formación de cercas. De manera que, las barreras actuarán no solo en el sentido de retener el suelo y el agua, sino que actuarán como biomasa que puede ser utilizada como abono y con el tiempo puede llegar a conectar los diferentes fragmentos de vegetación a partir de corredores ecológicos.

Con el propósito de evidenciar de manera explícita la relación entre los problemas identificados en el diagnóstico ambiental del capítulo IV y las estrategias de restauración propuestas en el presente capítulo, se presenta a continuación la (Tabla 5.1), la cual vincula cada problemática con su impacto ambiental, la estrategia de intervención y el resultado que se espera tras su implementación.

Tabla 5.1 *Matriz de relación*

Problema	Impacto ambiental	Estrategia	Resultado esperado
Presencia de especies invasoras dominantes en el paisaje (*Eucalyptus globulus*)	- Alto consumo de agua - Alteración de los ciclos hidrológicos - Desplazamiento de especies nativas	Aprovechamiento selectivo de eucaliptos, reforestación con especies nativas, eliminación de rebrotes y producción de plántulas en vivero comunitario.	Disminución del consumo hídrico (30 %) y recuperación de la cobertura vegetal (70 %) en zonas de prioridad alta
Expansión de la frontera agrícola y empleo de monocultivos	- Pérdida de cobertura vegetal nativa - Reducción de vegetación herbácea - Fragmentación del paisaje	Sistemas agroforestales, rotación de cultivos, cultivos en contorno y labranza mínima	Recuperación de la fertilidad del suelo (50 %), reducción de la erosión (40 %) y diversificación de la producción agrícola.
Sobrepastoreo y pisoteo del ganado	- Compactación del suelo - Erosión hídrica en laderas - Pérdida de estructura edáfica	Implementación de sistemas silvopastoriles, construcción de cercas vivas, labranza mínima o cero y producción de compost.	Mejora de la estructura del suelo, aumento de la capacidad de infiltración (40 %), recuperación de pasturas y reducción de la presión sobre áreas degradadas.
Quema de rastrojos o maleza para la preparación del suelo	- Pérdida de materia orgánica - Pérdida de nutrientes - Disminución de la biodiversidad edáfica	Capacitación en manejo de residuos orgánicos, producción de compost y barreras vivas	Incremento de la materia orgánica (50 %), recuperación de la actividad microbiológica, reducción de la erosión y de la contaminación atmosférica.

Uso de fertilizantes químicos	- Contaminación del suelo - Pérdida de actividad biológica - Resistencia de plagas	Cultivos en contorno, rotación de cultivos y control biológico de plagas	Mejora de la actividad microbiológica del suelo (50 %) y reducción de la dependencia de fertilizantes químicos.
Pérdida de vegetación nativa y fragmentación de hábitats	- Pérdida de conectividad ecológica - Pérdida de hábitats - Reducción de servicios ecosistémicos	Diseño de corredores ecológicos y cercas vivas	Restablecimiento de la conectividad ecológica (50 %), dispersión de especies y fortalecimiento de la resiliencia del paisaje.
Falta de conocimiento y apoyo técnico	- Prácticas inadecuadas del uso y manejo de suelo - Baja adopción de alternativas sostenibles	Capacitación comunitaria en compostaje, silvopastoreo y manejo de vivero	Participación comunitaria en actividades de restauración (60 %) y adopción de prácticas sostenibles

Tal como se aprecia en la matriz, cada estrategia propuesta, como la reforestación con especies nativas, la implementación de sistemas silvopastoriles, el aprovechamiento controlado de los eucaliptos o las prácticas de manejo del suelo, responde a un problema concreto, el cual fue detectado durante la caracterización ambiental y socioeconómica del territorio, a raíz de esto se garantiza que el plan de restauración ecológica se formula como una respuesta técnica y coherente a la problemática diagnosticada en la comunidad de Camuendo.

5.3.5. Riesgos de implementación y medidas de contingencia

Todo proceso de restauración ecológica se encuentra expuesto a factores climáticos, biológicos, técnicos, socioeconómicos e institucionales que pueden comprometer el cumplimiento de las metas propuestas. Por esta razón y como parte del fortalecimiento técnico del plan, a continuación, se identifican los principales riesgos de implementación previstos junto con las medidas de contingencia a fin de prevenirlos o mitigarlos (Tabla 5.2) de manera que el plan pueda ajustarse de forma oportuna ante cualquier eventualidad.

Tabla 5.2 *Riesgos de implementación y medidas de contingencia*

Riesgo identificado	Factor asociado	Probabilidad Severidad	Efecto potencial	Medida de contingencia
Déficit hídrico	Variabilidad climática durante los primeros	Alta/Severa	Mortalidad de plántulas,	- Aplicación de compost durante los

	meses posteriores a la siembra		principalmente en la zona de prioridad alta	primeros tres meses, como cobertura para retener la humedad. - Priorizar la siembra en épocas de lluvia.
Ingreso de ganado a las áreas restauradas	Ausencia de cercas de protección durante las primeras etapas	Media/Alta	Daño de plántulas jóvenes por pisoteo	- Instalación temporal de cercas de protección a base de especies nativas de la zona - Acuerdos con propietarios sobre el manejo del ganado - Monitoreo periódico por parte del comité de restauración.
Rebrote del eucalipto	Alta capacidad de rebrote de la especie tras el aprovechamiento selectivo.	Alta/Media	Competencia por agua, luz y nutrientes con las especies nativas plantadas	- Eliminación manual de rebrotes durante los primeros años - Monitoreo trimestral de la zona de prioridad alta
Baja participación y apoyo comunitario	El 53 % de la población se mostró indecisa respecto a participar.	Media/Alta	Retraso de labores de mantenimiento y monitoreo	- Fortalecimiento de la sensibilización comunitaria - Incentivos ambientales como entrega de plantas en insumos. - Consolidación del comité de restauración y del rol de los líderes locales
Reducida tasa de supervivencia en vivero o campo	Manejo inadecuado del proceso de aclimatación o de las plántulas trasplantadas.	Media/Severa	Resiembra e incremento de costos de implementación	- Capacitación continua en manejo de vivero - Cumplimiento de proceso de endurecimiento
Discontinuidad del apoyo técnico o financiero	Dependencia de convenios o instituciones públicas	Media/Severa	Interrupción o abandono del plan a mediano o largo plazo	- Formalización de convenios de cooperación con el GAD Municipal de Otavalo, GAD provincial de Imbabura, el MAG y el Ministerio del Ambiente. - Búsqueda de financiamiento diversificado

La incorporación de este componente de gestión del riesgo permite que el presente plan de restauración se proyecte como un proceso de manejo adaptativo, en el que la identificación temprana de las amenazas y la aplicación oportuna de las medidas de contingencia contribuyan a garantizar la sostenibilidad de los resultados a lo largo del tiempo.

5.4. Diseño participativo

La participación de la comunidad se concretará a través de la creación de un Comité de Restauración Ecológica, integrado por representantes de la comunidad, tanto del presidente como de los líderes de los sectores (“Capilla”, “Maco Bitcy”, “Chilco”, “Callejompata” y “Camuendo chiquito”), por otro lado, se encuentran el GAD Municipal de Otavalo, el GAD Provincial de Imbabura, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Este comité se encargará de coordinar y planificar las actividades, gestionar recursos técnicos y financieros ante las instituciones competentes, evaluar los avances del plan de forma periódica, resolver los conflictos y tomar decisiones, además de mantener informada a la comunidad sobre los resultados obtenidos.

Dentro de este diseño participativo, el papel de las instituciones será fundamental, puesto que, el MAATE brindará el marco normativo y acompañamiento técnico en restauración; el MAG apoyará con asistencia técnica en prácticas agroecológicas y silvopastoriles; el GAD Provincial y el GAD Municipal podrán canalizar recursos económicos y logísticos a través de sus programas de desarrollo rural y ambiental, finalmente, la Universidad Técnica del Norte (UTN) se perfila como un aliado clave para la investigación, el monitoreo y la sistematización del proceso. Es por ello que, la solicitud manifestada por los encuestados de recibir capacitación técnica (36 %) evidencia la expectativa de la comunidad hacia el apoyo institucional, lo que deberá ser atendido a través de convenios de cooperación y proyectos conjuntos.

Una vez que esto se haya consolidado, se procederá con las jornadas comunitarias de siembra, las cuales se realizarán en el tiempo en que la mayoría de los habitantes se encuentre dentro de la zona y durante las épocas de mayor precipitación, de igual forma estos espacios servirán de encuentro y aprendizaje, donde los miembros de la comunidad compartirán sus conocimientos sobre el manejo de las especies nativas y las técnicas de siembra que usualmente aplican sobre sus terrenos.

A pesar de que el 53 % de los encuestados se mostró indeciso respecto a participar en las jornadas comunitarias de restauración se sugiere que la sensibilización y la generación de incentivos adecuados se conviertan en herramientas clave para incrementar la participación comunitaria.

De acuerdo con, Díaz *et al*. (2025), el éxito de un plan de restauración requiere de una planificación participativa que integre el diagnóstico del estado actual del ecosistema, además de la selección de técnicas de restauración y la planificación de un cronograma de actividades estratégico, a modo de involucrar a todos los actores locales en el proceso. A razón de ello, dentro de la comunidad el presente diseño participativo se convertirá en una herramienta fundamental para fortalecer las capacidades locales, valorar los saberes ancestrales y asegurar la continuidad de las acciones de restauración, más allá, del período de implementación del plan.

Bajo este contexto, el proceso participativo se encuentra enmarcado bajo tres fases, una primera fase de sensibilización y socialización que tiene como objetivo principal generar conciencia y dar a conocer el potencial de la restauración ecológica. Para lo cual se realizarán talleres comunitarios donde se darán a conocer los resultados obtenidos por parte del diagnóstico ambiental, posteriormente se discutirán las principales problemáticas ambientales, información obtenida de las encuestas aplicadas a la población, al igual que la presentación del mapa parlante el cual fue diseñado previamente con el apoyo del presidente de la comunidad, además, durante esta fase se contará con el apoyo de instituciones como lo es el GAD Municipal para el desarrollo de las reuniones de socialización y de esa manera articular esfuerzos y fortalecer la gobernanza ambiental.

La segunda fase hace referencia a la planificación y tiene como objetivo definir junto a la comunidad las estrategias de restauración y los mecanismos de implementación. Dentro de esta fase se identificarán las zonas prioritarias de intervención alta, media y baja, bajo tres talleres participativos, en estos mismos espacios la comunidad participará en la toma de decisiones sobre la selección de especies nativas a utilizar, tomando en cuenta aquellas con valor cultural, posteriormente se establecerán las estrategias específicas de restauración; finalmente se establecerán acuerdos de participación y compromisos, donde la comunidad participe en los procesos de restauración como la preparación del terreno, la siembra de especies nativas, la

aplicación de compost, etc. Definiendo de esa forma roles y responsabilidades, además, de mecanismos de seguimiento con los propietarios de cada uno de los predios.

Finalmente, la tercera fase que será de implementación y seguimiento donde la comunidad asumirá un rol activo en el desarrollo de las acciones de restauración, en conjunto con el acompañamiento técnico de las instituciones involucradas. Esta estructura permitirá que el plan de restauración sea un proceso construido desde la base, respondiendo a las necesidades y aspiraciones de la comunidad, además de que integre el conocimiento local con el conocimiento técnico, ambiental y científico. Para lo cual se capacitará a un grupo de comuneros en técnicas básicas de monitoreo, quienes realicen mediciones de indicadores y registros fotográficos para comparación temporal; anualmente se realizarán asambleas comunitarias para dar a conocer resultados obtenidos, logros y dificultades.

Por otro lado, la integración de los saberes ancestrales no es un tema aislado, ya que dentro del diseño participativo se constituye como uno de los pilares fundamentales del plan de restauración. Tal como lo señala Patiño *et al*. (2021), donde menciona que los saberes ancestrales abarcan una gran variedad de aspectos del conocimiento que van desde las técnicas de conservación del medio ambiente hasta la producción y la alimentación, y su inclusión dentro de los procesos de restauración fortalece no solo la identidad cultural, sino también la efectividad de las acciones de recuperación. Un claro ejemplo es la elaboración del mapa parlante el cual se lo realizó con ayuda del presidente de la comunidad, facilitando así la identificación del área crítica, es por ello que, la integración del conocimiento local sobre su territorio puede generar información valiosa para el diseño del plan.

5.5. Cronograma

El cronograma de actividades ha sido diseñado para un período de cinco años, priorizando aquellas acciones que son fundamentales para establecer las bases necesarias de la restauración ecológica, especialmente durante los primeros años.

Tabla 5.3 *Cronograma del plan de restauración*

PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS DEGRADADAS POR ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN LA COMUNIDAD DE CAMUENDO						
Actividades	***2026***	***2027***	***2028***	***2023***	***2030***	***Responsable***
Fase #1: ***Preparación y establecimiento***						
Búsqueda de financiamiento	X	X				UTN GAD Municipal GAD Provincial
Socialización del plan de restauración y conformación del comité a cargo	X					UTN Presidente de la comunidad GAD Municipal
Capacitación comunitaria en la producción de plantas nativas	X	X				UTN MAG GAD Provincial
Capacitación en la elaboración de compost	X	X				UTN MAG Comunidad
Implementación de vivero comunitario	X					UTN Comunidad GAD Municipal MAG
Recolección de semillas provenientes de quebradas secas	X	X				UTN Comunidad
Producción de plántulas de especies nativas (vivero)	X	X	X			UTN Comunidad
Implementación de barreras vivas y control de erosión en laderas	X	X	X			UTN Comunidad MAG
Fase #2: ***Restauración de zonas prioritarias***						
Preparación del terreno de la zona de prioridad alta	X					UTN Comunidad
Aprovechamiento selectivo de eucaliptos	X	X	X	X		UTN Comunidad MAG Propietarios de los terrenos
Plantación de especies nativas (45 plántulas)	X	X	X			UTN Comunidad GAD Municipal MAE
Evaluación de supervivencia de especies plantadas	X	X	X	X		UTN Comité de restauración
Establecimiento de sistemas silvopastoriles y agroforestales	X	X	X			Comunidad Propietarios de los terrenos MAG GAD Provincial
Fase #3: ***Estrategia de corredores ecológicos y enriquecimiento de especies***						
Implementación de corredores ecológicos	X	X	X			Comunidad UTN GAD Municipal
Monitoreo y mantenimiento de corredores ecológicos		X	X	X	X	Comunidad Comité de restauración
Enriquecimiento de especies en la zona baja de prioridad			X	X		Comunidad UTN

						MAE
Fase #4: *Prácticas de manejo sostenible del suelo*						
Implementación de prácticas agroecológicas (compostaje, rotación de cultivos, labranza mínima, cultivos en contorno)		X	X	X		Comunidad Propietarios de los terrenos MAG GAD Provincial
Fase #5: *Monitoreo y evaluación*						
Monitoreo de supervivencia y crecimiento de plántulas	X	X	X	X	X	UTN Comité de restauración
Monitoreo a corto plazo (evaluación anual de indicadores)	X	X	X	X	X	UTN Comité de restauración
Monitoreo a mediano y largo plazo (2-3 años)			X		X	UTN MAE
Evaluación de la recuperación de la cobertura vegetal					X	UTN MAE
Evaluación de la recuperación de la calidad del suelo					X	UTN MAG
Sistematización y difusión de resultados					X	UTN Comunidad GAD Provincial

La construcción del presente cronograma no es un simple esquema, sino más bien es una herramienta que le dará sentido a todo el plan de restauración, ya que nos permite visualizar el proceso completo de las acciones que se despliegan a lo largo del tiempo, tomando en cuenta que no será un camino simple de concretar, ya que al contrario será un proceso que requerirá paciencia y constancia. Por otro lado, el cronograma funcionará como un instrumento de planificación que ayudará a distribuir los recursos de manera equilibrada, asegurando que todos los esfuerzos no se concentren en un solo momento y que las actividades más críticas como lo es el establecimiento del vivero y la recolección de semillas, se las realice en el momento justo, cuando las condiciones climáticas y la disponibilidad de la comunidad sean favorables. Lo más importante es que el cronograma logre convertirse en un compromiso entre la comunidad de Camuendo con las instituciones y demás actores claves que serán parte del proceso.

5.6. Presupuesto

El presupuesto del plan de restauración ecológica ha sido estimado considerando las actividades propuestas, los recursos necesarios para su implementación y las capacidades institucionales y comunitarias disponibles. La estructura del presupuesto se ha organizado en categorías que corresponden a las principales líneas de acción del plan, como lo son la producción de plantas nativas, siembra y establecimiento de especies, implementación de sistemas silvopastoriles y

agroforestales, manejo de especies introducidas, capacitación y asistencia técnica, y monitoreo y evaluación (Tabla 5.4). Se ha considerado que la implementación del plan requerirá de una inversión significativa durante los primeros años, especialmente en actividades de establecimiento y a medida que las acciones de restauración se consoliden y la comunidad desarrolle las capacidades necesarias para el manejo autónomo del proceso, los costos se reducirán progresivamente.

Tabla 5.4 Presupuesto para el plan de restauración ecológica

Actividades	***Cantidad***	***Valor total (*USD*)***
Fase #1: *Preparación y establecimiento*		
Socialización del plan de restauración y conformación del comité a cargo	2 eventos	$50
Capacitación comunitaria en la producción de plantas nativas	2 talleres	$60
Capacitación en la elaboración de compost	2 talleres	$60
Implementación de vivero comunitario	1 vivero	$3500
Producción de plántulas de especies nativas (vivero)	1000 plántulas	$350
Implementación de barreras vivas y control de erosión en laderas	200 metros	$100
Fase #2: *Restauración de zonas prioritarias*		
Preparación del terreno de la zona de prioridad alta	40 metros	$35.55
Aprovechamiento selectivo de eucaliptos	3 hectáreas	$1,050
Plantación de especies nativas (50 plántulas)	50 plántulas	$125
Evaluación de supervivencia de especies plantadas	9 eventos	$135
Establecimiento de sistemas silvopastoriles y agroforestales	3 hectáreas	$750
Fase #3: *Estrategia de corredores ecológicos y enriquecimiento de especies*		

Implementación de corredores ecológicos	1 hectárea (5 corredores de 200m x 10m)	$411,75
Monitoreo y mantenimiento de corredores ecológicos	3 años	$300
Enriquecimiento de especies en la zona media de prioridad	3 hectáreas	$300
Fase #4: *Prácticas de manejo sostenible del suelo*		
Implementación de prácticas agroecológicas (compostaje, rotación de cultivos, labranza mínima, cultivos en contorno)	10 predios	$300
Fase #5: *Monitoreo y evaluación*		
Monitoreo de supervivencia y crecimiento de plántulas	3 años	$240
Monitoreo a corto plazo (evaluación anual de indicadores)	3 años	$240
Monitoreo a mediano y largo plazo (2-3 años)	2 eventos	$300
Evaluación de la recuperación de la cobertura vegetal	2 eventos	$150
Evaluación de la recuperación de la calidad del suelo	20 muestras	$300
Sistematización y difusión de resultados	1 proceso	$50
PRESUPUESTO TOTAL		
Total, presupuesto estimado (5 años)		**$8,807.30**
Imprevistos (10%)		**$880.73**
Total, con imprevistos		**$9,688.03**

Nota: Los costos unitarios han sido estimados con base en referencias técnicas de proyectos de restauración en ecosistemas altoandinos del Ecuador, incluyendo el Programa Nacional de Restauración Forestal (Ministerio del Ambiente, 2017), costos referenciales del MAG y estudios en la cuenca del Lago San Pablo (2026). Los costos unitarios pueden variar según la disponibilidad de materiales y mano de obra al momento de la implementación.

5.7. Monitoreo e indicadores

El monitoreo de las acciones de restauración constituye un componente esencial, ya que permitiría evaluar el progreso de las actividades, identificar factores que afectan el éxito de la restauración y realizar los ajustes necesarios para garantizar la sostenibilidad del proceso. Como lo establece el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas (2021-2030), el monitoreo es fundamental para la supervisión y la presentación de informes sobre los progresos y

los logros de la restauración de los ecosistemas. El sistema de monitoreo que se sugiere para la comunidad toma en cuenta la disponibilidad de los recursos, las habilidades técnicas del colectivo y las circunstancias específicas del territorio (UNESCO, 2021).

Se emplearán parcelas permanentes de monitoreo para evaluar la cobertura vegetal, en las cuales se registrará la altura, la composición de especies y la cobertura de la vegetación. Estos indicadores posibilitarán la evaluación de cuán exitosas han sido las acciones de reforestación y enriquecimiento, además de la eficacia de las estrategias de restauración. Por otro lado, se llevará a cabo un monitoreo de la calidad del suelo mediante estudios biológicos, químicos y físicos, los cuales incluirán la evaluación de la materia orgánica, el potencial para retener agua y la actividad microbiológica. Aguirre y Torres (2014) documentaron este procedimiento en su investigación sobre los páramos de Jatunhuaycu, por lo que, la biodiversidad se evaluará al identificar las especies de flora que están presentes en los lugares afectados, enfocándose especialmente en las especies nativas y endémicas.

El monitoreo de los corredores ecológicos se realizará con una intensidad del 0.5% del área total restaurada, siguiendo el protocolo establecido para proyectos de restauración pasiva en el Ecuador, que incluye la instalación de transectos de 150 m² (25m x 6m) donde se registrará la cobertura de arbustos y plántulas, así como la identificación de especies nativas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014).

A fin de poner en práctica el seguimiento del plan y garantizar su rigurosidad técnica, se ha optado por diseñar el siguiente sistema de indicadores (Tabla 5.5), en el cual se establece para cada uno la línea base, la meta esperada, la frecuencia de evaluación, los responsables directos y los medios de verificación correspondientes. Además, las metas planteadas guardan coherencia directa con los resultados esperados, definidos previamente en la Tabla 5.1.

Tabla 5.5 *Sistema de monitoreo e indicadores*

Indicador	Línea base	Meta	Frecuencia de evaluación	Responsable	Medio de verificación

Supervivencia de plántulas reforestadas	0 % (momento de la siembra)	≥ 80 % al primer año; ≥ 70 % al tercer año	Trimestral el primer año; semestral los años 2 y 3.	Comité de restauración y técnico de seguimiento capacitado	- Registro de parcelas permanentes - Fichas de campo y fotografías
Cobertura vegetal nativa	Cobertura registrada en el diagnóstico ambiental (Capítulo IV)	Incremento del 70 % respecto a la línea base en la zona de prioridad alta	Anual	Comité de restauración con apoyo técnico del GAD Municipal	- Recorridos de campo y parcelas permanentes
Composición y diversidad florística	Inventario florístico del diagnóstico (Tabla 4.1)	Incremento progresivo del número de especies nativas	Anual	Comuneros capacitados en monitoreo básico, con acompañamiento técnico.	- Fichas de registro botánico - Fotografías de comparación temporal
Calidad del suelo (materia orgánica, retención de agua, actividad microbiológica)	Valores de la caracterización edáfica del diagnóstico (Capítulo IV)	Incremento del 50 % en materia orgánica	Semestral los dos primeros años; anual en adelante.	Técnico ambiental / laboratorio de suelos	- Análisis fisicoquímicos y biológicos de suelo
Erosión hídrica en laderas	Nivel de erosión identificado en el diagnóstico ambiental	Reducción del 40 % de la erosión hídrica	Anual	Comité de restauración con apoyo del GAD Provincial de Imbabura	- Observación en campo - Registro fotográfico y comparación de perfiles de suelo
Participación comunitaria en actividades de restauración	53 % de la población encuestada indecisa respecto a participar	Participación del 70 % de los predios priorizados	Anual (asambleas de evaluación)	Comité de restauración	- Registros de asistencia - Actas de asamblea - Informes anuales

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- El diagnóstico socioambiental determinó que la quema de rastrojos, el arado mecánico, el uso intensivo de agroquímicos y la expansión de la frontera agrícola y forestal son los principales tensores antrópicos en la comunidad de Camuendo. Su impacto directo sobre el ecosistema se traduce en erosión y pérdida de la capa orgánica del suelo, disminución del recurso hídrico y fragmentación de hábitats. Identificar y priorizar estas presiones antrópicas permitió establecer una línea base necesaria para diseñar medidas de intervención adaptadas a la realidad del territorio.

- Se formularon estrategias de restauración basadas en la selección de especies vegetales nativas e integradas con prácticas agroecológicas y saberes locales. El aporte central de este trabajo radica en combinar la reforestación activa y la regeneración asistida con técnicas de conservación de suelo y estrategias sostenibles. Esta integración asegura la viabilidad técnica para mitigar los tensores identificados y reestructurar la funcionalidad ecosistémica.

- Se estructuró el debido plan de restauración ecológica definiendo áreas prioritarias de intervención, con énfasis en la zona pedregosa crítica en el límite con La Compañía, junto con su respectivo presupuesto, cronograma e indicadores de seguimiento. El principal aporte operativo del plan es su enfoque de gobernanza local, que vincula a la comunidad con el GAD Provincial de Imbabura y el Ministerio del Ambiente mediante la creación de un vivero comunitario. Esta articulación garantiza la sostenibilidad técnica y financiera del proyecto en el tiempo.

Finalmente, la propuesta generada no solo ofrece una ruta técnica para recuperar la cobertura vegetal, la calidad del suelo y la adopción de prácticas sostenibles, sino que establece un modelo de gestión ambiental participativo orientado a la resiliencia socio ecosistémica del territorio.

6.2. Recomendaciones

- Implementar un programa permanente de monitoreo con evaluaciones semestrales durante los primeros años y evaluaciones anuales posteriores, utilizando los indicadores definidos en la (Tabla 5.5), lo cuales incluyen la supervivencia de plántulas reforestadas (meta de ≥80 % al primer año y ≥70 % al tercer año); cobertura vegetal nativa (incremento del 70 % en zona de prioridad alta); composición y diversidad florística (incremento progresivo de especies nativas);calidad del suelo (incremento del 50 % en materia orgánica); erosión hídrica en laderas (reducción del 40 %); y participación comunitaria (70 %). Los resultados deberán registrarse en fichas de campo y presentarse en asambleas comunitarias para facilitar la toma de decisiones y el manejo adaptativo.

- Actualizar el Plan de Restauración Ecológica de manera periódica, especialmente cuando los resultados del monitoreo evidencien mortalidad elevada de plántulas, persistencia de procesos erosivos, baja participación o cambios importantes en el uso del suelo. La actualización permitirá incorporar nuevas evidencias y mejorar progresivamente las acciones de intervención.

- Fortalecer las alianzas con el GAD Municipal de Otavalo, el GAD Provincial de Imbabura, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, la autoridad ambiental competente, la Universidad Técnica del Norte y otras organizaciones que puedan aportar asistencia técnica, material vegetal, capacitación o financiamiento. Se recomienda formalizar estas alianzas mediante acuerdos de cooperación y definir responsables para cada actividad.

- Considerar el rescate y valoración de los saberes ancestrales de la comunidad como parte del proceso de restauración, ya que estos conocimientos pueden complementar de manera valiosa las estrategias técnicas y fortalecer el sentido de pertenencia hacia el territorio. Por lo que, se recomienda ampliar el número de entrevistas mediante la inclusión de otros actores representativos, tales como adultos mayores, ya que esto permitirá enriquecer la reconstrucción de la memoria territorial y fortalecer las dinámicas socioambientales.

BIBLIOGRAFÍA

Armién, I., Szejner, M., Araneda, F., Duarte, E., Vergara, L., & Avilés, P. E. (2015). Enriquecimiento forestal con especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Programa Regional REDD/CCAD-GIZ. https://cich.org/assets/documents/biblioteca/manuales-reforestacion/EnriquecimientoMatorrales.pdf

Asamblea Nacional Constituyente de Montecristi. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. Registro Oficial 449. https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. Registro Oficial Suplemento 983. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf %0Ahttps://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario. (2023). *Buenas Prácticas PECUARIAS*. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/Gu%C3%ADa-de-BPP-General-jul.pdf

Aguirre, N., & Torres, J. (2014). Restauración ecológica de los páramos de Jatunhuaycu. *Fondo Para La Protección Del Agua -FONAG. Quito, Ecuador*.

Alonso, J. (2011). Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, *45*(2). https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf

Barrezueta, H. D. P. (2019). Codigo Orgánico Del Ambiente. *LEXIS FINDER*, 1–92.

Berrelleza, A. A. C., Guevara, V. M. P., Guevara, H. J. P., López, J. de J. L., & Barrientos, J. H. (2021). Agricultura intensiva y calidad de suelos: retos para el desarrollo sustentable en Sinaloa. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, *12*(8), 1401–1414.

Bustamante, T., & Zalles, J. I. (2020). De la parcela al paisaje: restauración forestal en los Andes ecuatorianos. In *FLACSO ECUADOR*.

Colomina, D., Aguado, J., & Melero, M. (2025). Manual de Restauración Ecológica. Cómo devolver la vida al paisaje. WWF España. https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/2025-manual-restauracion-ecologica.pdf

Cecilia Smith, Pablo Becerra, Alejandro Miranda, Inao Vásquez, Cristián Delpiano, & Oscar Seguel. (2010). *Implementación de un estudio a largo plazo del potencial de restauración pasiva del bosque esclerófilo de Chile central*. https://investigacion.conaf.cl/archivos/repositorio_documento/2018/11/058_2010-DOCUMENTOS_INFORME-FINAL.pdf

César Pereira, Carlos Maycotte, Beatriz Restrepo, Franceso Mauro, Abel Montes, & María Esther. (2011). *SISTEMAS AGROFORESTALES*. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4779/sistemas_agroforestales.pdf

Chacón, D. (2021). *Proyecto cambio de cobertura vegetal por especies nativas en la Loma San Vicente de Otavalo*. Alcaldía Ciudadana de Otavalo. https://www.otavalo.gob.ec/web/proyecto-cambio-de-cobertura-vegetal-por-especies-nativas-en-la-loma-san-vicente-de-otavalo/

Chacón, D. (2025). *Datos Generales del Cantón*. GAD Municipal Del Catón Otavalo. https://www.otavalo.gob.ec/web/datos-generales/

Díaz, P. J., Velasco, N., Chirman, D., & Loor, A. C. (2025). Plan de Restauración Ecológica y Recuperación de Especies de Baltra, Plaza Sur, Española e Isabela Norte 2025-2029. Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador. https://www.darwinfoundation.org/es/documents/660/081124-plan-accion-esp.pdf

Estrella Yanguas, & Alicia Calle. (2015). *Restauración activa: La reforestación*. http://elti.fesprojects.net/2015_AguaSalud/Charla6.pdf

Esquivel, R. M., & Bonilla, O. S. (2000). El pago de servicios ambientales en centroamérica. Centro Internacional de Política Económica Para El Desarrollo Sostenible (CINPE). https://www.uvm.edu/~jfarley/UFSC/literatura/literatura em portugues/psa_america_central.pdf

FAO. (2006). La larga sombra del ganado. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Agricultura y La Alimentación*.

FAO. (2023). Servicios ecosistémicos. https://www.fao.org/agrovoc/es/concepts-of-the-month/servicios-ecosistémicos

FAO. (2000). Contaminación agrícola de los recursos hídricos. https://www.fao.org/4/w2598s/w2598s03.htm#capítulo 1 contaminación agrícola de los recursos h&iacut

FAO. (2023). Servicios ecosistémicos. https://www.fao.org/agrovoc/es/concepts-of-the-month/servicios-ecosistémicos

González, J., Pamb, V., Uyaguar, E., & Zhiñin, H. (2017). Estado actual de la restauración ecológica en la Región Sur del Ecuador. *CEDAMAZ*, *7*, 16–25.

Guerrero, M. E. M. (2019). *Plan nacional de restauración forestal 2019 - 2030)*. *065*(2), 1–73.

González, D. V., & Rodríguez, M. V. (2021). Análisis de los impactos ecológicos de cinco especies forestales introducidas sobre los ecosistemas presentes en el Parque Natural Municipal de Nobsa, Boyacá y su propuesta de mitigación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá D.C. https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26665

Iliana Armién, Michelle Szejner, Patricio Emanuelli, & Fabian Milla. (2015). *(PDF) Enriquecimiento forestal con especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá*. https://www.researchgate.net/publication/312088377_Enriquecimiento_forestal_con_especies_nativas_en_areas_con_matorrales_de_la_Cuenca_Hidrografica_del_Canal_de_Panama

Lam, F. (2016). Sistemas silvopastoriles establecimiento y uso en República Dominicana. *Programa de Préstamos al Sector Agropecuario, Agroindustrial y Comercial*, 48.

Landini, F. P. (2013). Problemas enfrentados por los extensionistas rurales argentinos en el ejercicio de su labor desde su propia perspectiva. SciELO. https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000600005

Martínez, I., Reyes, D., & Rosero, F. (2021). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *LEXIS FINDER*, *2*(2), 74. https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04

Minda, A. I. N. (2020). Propuesta de restauración del ecosistema bosque nublado a escala local y de paisaje en Papallacta, en el hotspot de conservación mundial Cayambe-Coca, Ecuador. *Universidad Técnica Del Norte*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2020). *BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS-BPA*. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/material1.pdf

Mola, I., Torre, R. de, & Sopeña, A. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. *Fundación Biodiversidad Del Ministerio Para La Transición Ecológica*.

Mola Iñaki, Sopeña Aixa, & Rocío de Torre. (2018). *Guía Práctica de RESTAURACIÓN ECOLÓGICA*. Fundación Biodiversidad Del Ministerio Para La Transición Ecológica. https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf

Ministerio del Ambiente. (2019). Plan Nacional de Restauración Forestal 2019-2030. https://initiative20x20.org/sites/default/files/2021-08/MAE_2019_Plan Nacional_Restauracion %282 %29 %281 %29.pdf

Machado, H., & Campos, M. (2008). Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. Revistas Científicas de América Latina, El Caribe, España y Portugal. https://www.redalyc.org/pdf/2691/269120945005.pdf

Mendoza, Z. A., Moran, M. E. R., & Moser, V. G. (2019). Productos forestales no maderables de los bosques secos de Zapotillo, Loja, Ecuador. SciELO, 26. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000200004#:~:text=Estos bosques soportan presiones especialmente debido a: extracción maderera, conversión de uso de la tierra, incendios forestales y sobrepastoreo caprino

Morales, S. G. M., Lozano, L. B., Olivo, A. M., Sierra, P. A., & Ravelo, S. G. M. (2017). Diversidad de conocimiento etnobotánico tradicional en la Reserva de la Biosfera 'El Cielo', Tamaulipas, México. SciELO, 16. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162017000100007#:~:text=el %2520total %2520de %2520los %2520informantes %2520indicaron %2520y %2520usaron %2520entre %2520el %252018 %25 %2520y %2520el %252034 %25 %2520de %2520las %2520plantas %2520encontradas %2520en %2520la %2520zona %2520ocupada %2520por %2520ambas %2520comunidades

Naciones Unidas. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Ortiz, C. E. A. (2018). La restauración ecológica como estrategia para la sustitución y reconversión productiva en la delimitación del páramo Cruz Verde – Sumapaz. *Universidad Militar Nueva Granda*.

Orden, E. A. de la. (2020). Sucesión Ecológica. Tendencias esperadas. Universidad Nacional de Catamarca. https://editorial.unca.edu.ar/Publicacione on line/Ecologia/imagenes/pdf/ecologia 2/Sucesion.pdf

Otavalo, G. (2015). Actualización del Plan Estratégico de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Otavalo - Provincia de Imbabura. *Celaep*, *1*, 1–327.Armién, I., Szejner, M., Araneda, F., Duarte, E., Vergara, L., & Avilés, P. E. (2015). Enriquecimiento forestal con

especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. *Programa Regional REDD/CCAD-GIZ*. https://cich.org/assets/documents/biblioteca/manuales-reforestacion/EnriquecimientoMatorrales.pdf

Asamblea Nacional Constituyente de Montecristi. (2008). CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. *Registro Oficial 449*. https://doi.org/10.17163/alt.v2n2.2007.04

Asamblea Nacional del Ecuador. (2015). CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACION TERRITORIAL, COOTAD. *Registro Oficial Suplemento 303*, 250. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/04/CODIGO-ORGANICO-DE-ORGANIZACION-TERRITORIALene2015.pdf

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE. *Registro Oficial Suplemento 983*. https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf%0Ahttps://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf

Asamblea Nacional República del Ecuador. (2016). Ley Orgánica de Tierras Rurales y Territorios Ancestrales. *Registro Oficial No. 711*, *711*, 1-45. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2019-03/Boletín_Diario_Suplemento_No__711__Lunes_14_de_Mar_201902250852291698_0.pdf

Benalcázar, D. C. Q., & Rosero, W. A. I. (2010). Propuesta De Repoblación Forestal En El Taita Imbabura Del Cantón Otavalo. *Universidad Técnica del Norte*. https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/113

Choudhary, R., Sharma, S., & KumarGautam, S. (2024). Contour Farming and Strip Cropping for Soil Protection. *Golde Leaf Publishers*. https://www.researchgate.net/publication/385096739_Contour_Farming_and_Strip_Cropping_for_Soil_Protection

Clewell, A., Aronson, J., & Winterhalder, K. (2004). Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica. *Society for Ecological Restoration (SER) Internationa*. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf

Colomina, D., Aguado, J., & Melero, M. (2025). Manual de Restauración Ecológica. Cómo devolver la vida al paisaje. *WWF España*. https://wwfes.awsassets.panda.org/downloads/2025-manual-restauracion-ecologica.pdf

CONDESAN. (2024). *Ecuador resalta la problemática de degradación de la tierra y sensibiliza la necesidad del manejo sostenible del suelo como recurso esencial para la vida*. https://condesan.org/2024/10/30/ecuador-resalta-la-problematica-de-degradacion-de-la-tierra-y-sensibiliza-la-necesidad-del-manejo-sostenible-del-suelo-como-recurso-esencial-para-la-vida/

Díaz, P. J., Velasco, N., Chirman, D., & Loor, A. C. (2025). Plan de Restauración Ecológica y Recuperación de Especies de Baltra, Plaza Sur, Española e Isabela Norte 2025-2029. *Fundación Charles Darwin, Puerto Ayora, Galápagos-Ecuador*. https://www.darwinfoundation.org/es/documents/660/081124-plan-accion-esp.pdf

Esquivel, R. M., & Bonilla, O. S. (2000). El pago de servicios ambientales en centroamérica. *Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE)*. https://www.uvm.edu/~jfarley/UFSC/literatura/literatura em portugues/psa_america_central.pdf

FAO. (2000). *Contaminación agrícola de los recursos hídricos*. https://www.fao.org/4/w2598s/w2598s03.htm#capítulo 1 contaminación agrícola de los recursos h&iacut

FAO. (2012). *Rotación de cultivos en agricultura de conservación*. https://teca.apps.fao.org/en/technologies/8159/

FAO. (2023). *Servicios ecosistémicos*. https://www.fao.org/agrovoc/es/concepts-of-the-month/servicios-ecosistémicos

GAD Provincial de Imbabura. (2023). *Plan de Desarrollo y ORdenamiento Territorial de la*

Provincia de Imbabura 2023-2027. https://www.imbabura.gob.ec/index.php/pdot-aprobado-2023-2027

Global Nature Watch. (s. f.). *Pérdida del bosque primario en Imbabura*. Recuperado 26 de mayo de 2026, de https://globalnaturewatch.org/dashboards/country/ECU/11/?dashboardPrompts=eyJzaG93UHJvbXB0cyI6dHJ1ZSwicHJvbXB0c1ZpZXdlZCI6WyJkb3dubG9hZERhc2hib2FyZFN0YXRzIiwiZGFzaGJvYXJkQW5hbHlzZXMiLCJzaGFyZVdpZGdldCJdLCJzZXR0aW5ncyI6eyJzaG93UHJvbXB0cyI6dHJ1ZSwicHJvbXB0c

González, D. V., & Rodríguez, M. V. (2021). Análisis de los impactos ecológicos de cinco especies forestales introducidas sobre los ecosistemas presentes en el Parque Natural Municipal de Nobsa, Boyacá y su propuesta de mitigación. *Universidad Distrital Francisco José de Caldas Bogotá D.C.* https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/26665

He, S., Wang, D., Fang, Y., & Lan, H. (2017). Directrices para la integración de tecnologías de ingeniería ecológica y biológica para el control de la erosión severa en zonas montañosas: un estudio de caso de la cuenca del río Xiaojiang, China. *Science Direct, 5*. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2017.05.001

INABIO. (s. f.). *Perfil de Biodiversidad*. Instituto Nacional de Biodiversidad. Recuperado 7 de julio de 2025, de https://inabio.biodiversidad.gob.ec/perfil-de-biodiversidad/

Landini, F. P. (2013). Problemas enfrentados por los extensionistas rurales argentinos en el ejercicio de su labor desde su propia perspectiva. *SciELO*. https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000600005

Machado, H., & Campos, M. (2008). Reflexiones acerca de los ecosistemas agrícolas y la necesidad de su conservación. *Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. https://www.redalyc.org/pdf/2691/269120945005.pdf

Mendoza, Z. A., Moran, M. E. R., & Moser, V. G. (2019). Productos forestales no maderables de los bosques secos de Zapotillo, Loja, Ecuador. *SciELO, 26*. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992019000200004#:~:text=Estos bosques soportan presiones especialmente debido a:

extracción maderera, conversión de uso de la tierra, incendios forestales y sobrepastoreo caprino

Ministerio del Ambiente. (2019). *Plan Nacional deRestauración Forestal 2019 - 2030*. https://initiative20x20.org/sites/default/files/2021-08/MAE_2019_Plan Nacional_Restauracion %282%29 %281%29.pdf

Ministerio del Ambiente, A. y T. E. (2024). APRENDAMOS A RESTAURAR, GUÍA PASO A PASO. *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2024.* https://www.proamazonia.org/ppr/wp-content/uploads/2025/04/Guia-de-restauracion.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017*. https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu155383anx.pdf

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2015). *Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica*. https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nbsap-v2-p02-es.pdf

Mola, I., Torre, R. de, & Sopeña, A. (2018). Guía Práctica de Restauración Ecológica. *Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica*. file:///C:/Users/USER/Downloads/guia_practica_re_0.pdf

Morales, S. G. M., Lozano, L. B., Olivo, A. M., Sierra, P. A., & Ravelo, S. G. M. (2017). Diversidad de conocimiento etnobotánico tradicional en la Reserva de la Biosfera «El Cielo», Tamaulipas, México. *SciELO*, *16*. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162017000100007#:~:text=el%2520total%2520de%2520los%2520informantes%2520indicaron%2520y%2520usaron%2520entre%2520el%252018%25%2520y%2520el%252034%25%2520de%2520las%2520plantas%2520encontr

Naciones Unidas. (1992). *Convenio sobre la diversidad biológica*. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (2015a). *17 objetivos para transformar nuestro mundo*. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/

Organización de las Naciones Unidas. (2015b). *Los objetivos de Desarrollo Sostenible en Ecuador*. https://ecuador.un.org/es/sdgs/15

Palacios, S. M. M., & Guerrero, D. A. M. (2024). Principios conceptuales de la restauración ecológica. *Revista Tecnología en Marcha*, *37*, 88-99. https://doi.org/10.18845/tm.v37i3.6786

Páliz, D., & Suquilanda, J. (2025). Incendios Forestales, Imbabura. *Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos*, *006*, 1-7. https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2025/01/SitRep-No.-006-Incendios-Forestales-01012024-al-31122024_IMB_CIERRE-1.pdf

Patiño, H. M. C., Moreira, M. F. T., Briones, H. B. E., & Muñoz, W. L. C. (2021). Saberes ancestrales: una revisión para fomentar el rescate y revalorización en las comunidades indígenas del Ecuador. *Universidad Técnica de Babahoyo*. https://doi.org/10.5281/zendo.5659722

Pavón, J. del C., Madero, E., & Amézquita, E. (2010). Susceptibilidad del suelo a la degradación en parcelas con manejo agroforestal Quesungual en Nicaragua. *SciELO*, *59*. http://ref.scielo.org/t829rg

Pérez, C. L. V., & Licta, L. J. C. (2026). Análisis cuantitativo de la riqueza de cultivos y la adopción de monocultivos en el Ecuador. *La Granja Revista de Ciencias de la Vida*, *43*(1), 117-131. https://www.redalyc.org/journal/4760/476084142006/476084142006.pdf

Ramírez, M. E., Limas, E. A., Ortiz, P. R., & Díaz, A. R. (2011). Degradación de suelos por actividades antrópicas en el norte de Tamaulipas, México. *Papeles de Geografía*, *53*(54), 77-88. https://www.redalyc.org/pdf/407/40721572006.pdf

Ríos, O. V., Triana, J. E. D., Bejarano, S. P. R., & Ruíz, P. A. G. (2012). Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia. *Grupo de Restauración Ecológica GREUNAL - Departamento de Biología Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/12/Anexo-8-Guias-Tecnicas-Restauracion-Ecologica-2-1.pdf

Román, F., Mamani, A., Cruz, A. D., Sandoval, C., & Cuesta, F. (2018). Orientaciones para la de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre restauración. *Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)*. https://condesan.org/wp-content/uploads/2018/10/Guia_BAJA_WEB.pdf

Sánchez, N. M. (2024). Las entrevistas, enfoques, metodología y desafíos. En *Pontificia Universidad Católica Argentina "Santa María de los Buenos Aires"*.

Secretaria de Fomento Agropecuario. (2019). *Estudio Bibliográfico sobre Labranza Mínima,Cero y de Conservación*. https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/1848.pdf

Secretaría Nacional de Planificación. (2025). *Plan Nacional de Desarrollo "Ecuador no se detiene" 2025- 2029*. https://planificacion.presidencia.gob.ec/wp-content/uploads/2025/08/PlanNacionalDeDesarrollo25-29_EcuadorNoSeDetiene.pdf#page=1.00&gsr=0

Sepúlveda Varas, A., Saavedra Briones, P., & Esse, C. (2019). Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en una subcuenca preandina chilena. Herramienta para la sustentabilidad productiva de un territorio. *SciELO, 72*. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022019000100009

Tigrero, S. S., Vargas, D. R., & Cruzatty, L. G. (2025). El compostaje en agroecología: Efectos sobre la estructura del suelo, la disponibilidad de nutrientes y los microorganismos beneficiosos. *SciELO, 17*. https://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-99172026000100211

Tintaya, F. C., Vargas, E. P., & Villegas, P. T. (2022). Pérdida de suelos por erosión hídrica en laderas semiáridasde la subcuenca Cairani-Camilaca, Perú. *SciELO, 40*. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292022000200007

Torres, J., Gutierrez, J., & Beltran, H. (2017). Compactación, una de las causas más comunes de la degradación del suelo. *Revista de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, 3*. https://doi.org/10.36436/24223484.225

UNESCO. (2021). *Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas*. https://www.unesco.org/es/ecosystems-restoration-decade

Valencia, A., Ortiz, G., Tapia, D., Chicaiza, M., Verdejo, J., & Reyes, Y. M. (2025). Mejoramiento del suelo mediante abonos orgánicos. *Multidisciplinar (Montevideo)*. https://doi.org/10.62486/agmu202536

Vásquez, A. (2025). Sistematización de la experiencia de transversalización de género en EbA LAC – Ecuador. *Ministerio de Ambiente y Energía (MAE)*. https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2026/01/Sistematizacion-genero-ebalac-Ecuador.pdf

Yepes, C. (2025). *Restauración ecológica: Recuperando la vida en nuestros ecosistemas*. IFCAYA. https://www.ifcaya.com.co/restauracion-ecologica-recuperando-la-vida-en-nuestros-ecosistemas#:~:text=Plantaciones de enriquecimiento: Se introducen,y restablecer funciones ecológicas críticas.

ANEXOS

ANEXO 1

ENCUESTA

ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO Y PLANIFICACIÓN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Introducción: Esta encuesta tiene como fin recopilar información para el diseño de un Plan de Restauración Ecológica en la comunidad Camuendo. Su participación es voluntaria y la información será utilizada estrictamente para fines académicos y de conservación.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se solicita su colaboración voluntaria para responder esta encuesta con fines académicos/investigativos. La información proporcionada es confidencial. ¿Está usted de acuerdo en participar y colaborar con esta encuesta?

☐ Sí, acepto participar. ☐ No acepto participar.

Perfil del Encuestado

1. **Edad**

☐ 18 – 30 ☐ 31 – 50
☐ 51 – 65 ☐ Más de 65

2. **Sexo**

☐ Femenino ☐ Masculino

3. **Ubicación de sus parcelas principales:**

☐ Cerca de fuentes de agua/quebradas ☐ En ladera o pendiente pronunciada

☐ En zona plana / baja ☐ Cerca de áreas de bosque o páramo

4. **¿Cuál es el uso principal que le da a su tierra?**

☐ Agrícola (cultivos) ☐ Pecuario (ganadería/pastizales)
☐ Vivienda únicamente ☐ Terreno baldío ☐ Otros: _____

5. **¿Qué actividades realiza actualmente en su propiedad? (Marque todas las que apliquen):**

☐ Siembra de monocultivos (ej. maíz, papa)

☐ Pastoreo de animales (vacas, ovejas, cerdos)

☐ Uso de agroquímicos (fertilizantes químicos, pesticidas)

☐ Quema de rastrojos o vegetación

☐ Extracción de leña o madera

☐ Otras: _____

6. **¿Qué problemas ambientales ha observado en su terreno o en la comunidad en los últimos años?**

☐ Pérdida de la fertilidad del suelo

☐ Escasez de agua / Secamiento de vertientes

☐ Presencia de erosión (grietas, deslizamientos de tierra)

☐ Desaparición de plantas nativas y animales silvestres

☐ Mayor presencia de plagas

☐ Otras: _____

7. **¿Qué productos siembra habitualmente?**

_____

8. **¿Cuenta usted con áreas de vegetación nativa (matorrales, árboles propios de la zona) dentro de su predio?**

☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

9. **¿Conoce usted especies de árboles o plantas nativas que antes eran comunes y ahora son difíciles de encontrar?**

☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

¿Cuáles? _____

10. Si se implementara un plan de reforestación, ¿estaría dispuesto a sembrar especies nativas en su propiedad?

☐ Sí ☐ No ☐ Tal vez

¿Por qué?:_____

11. ¿Qué beneficio esperaría obtener de la restauración ecológica?

☐ Protección de fuentes de agua ☐ Mejorar la calidad del suelo

☐ Conservación de especies nativas ☐ Belleza paisajística/Turismo responsable

☐ Otras: _____

12. ¿Qué prácticas sostenibles le interesaría aprender o aplicar?

☐ Elaboración de abonos orgánicos (compost/biol) ☐ Cercas vivas

☐ Apicultura (paneles de abejas) ☐ Otras: _____

13. ¿Ha recibido anteriormente apoyo técnico de alguna institución (Municipio, Prefectura, ONG, MAG) para el manejo de su terreno?

☐ Sí ☐ No

14. ¿Estaría dispuesto a participar en jornadas comunitarias para la restauración de áreas comunes y protección de ecosistemas?

☐ Sí ☐ No ☐ Tal vez

☐ Otras: _____

15. ¿Cómo cree usted que las organizaciones gubernamentales podrían ayudar mejor a la comunidad en temas ambientales?

☐ Entrega de plantas nativas ☐ Capacitación técnica

☐ Incentivos económicos por conservación ☐ Otras: _____

ANEXO 2

REGISTRO FOTOGRÁFICO



(Anexo 2 [Fotografía 1]) Expansión de la frontera urbana



(Anexo 2 [Fotografía 2]) Suelos débiles y pobres en nutrientes con presencia de raíces expuestas.



(Anexo 2 [Fotografía 3]) Siembra de monocultivos en zonas de ladera



(Anexo 2 [Fotografía 4]) Presencia de ganado en los predios de la comunidad.



(Anexo 2 [Fotografía 5]) Prácticas de quema de rastrojos



(Anexo 2 [Fotografía 6]) Construcción de cercas vivas en base a “lecheros”.



(Anexo 2 [Fotografía 7]) Extracción de madera a partir de la tala de eucaliptos



(Anexo 2 [Fotografía 8]) Presencia de material de construcción

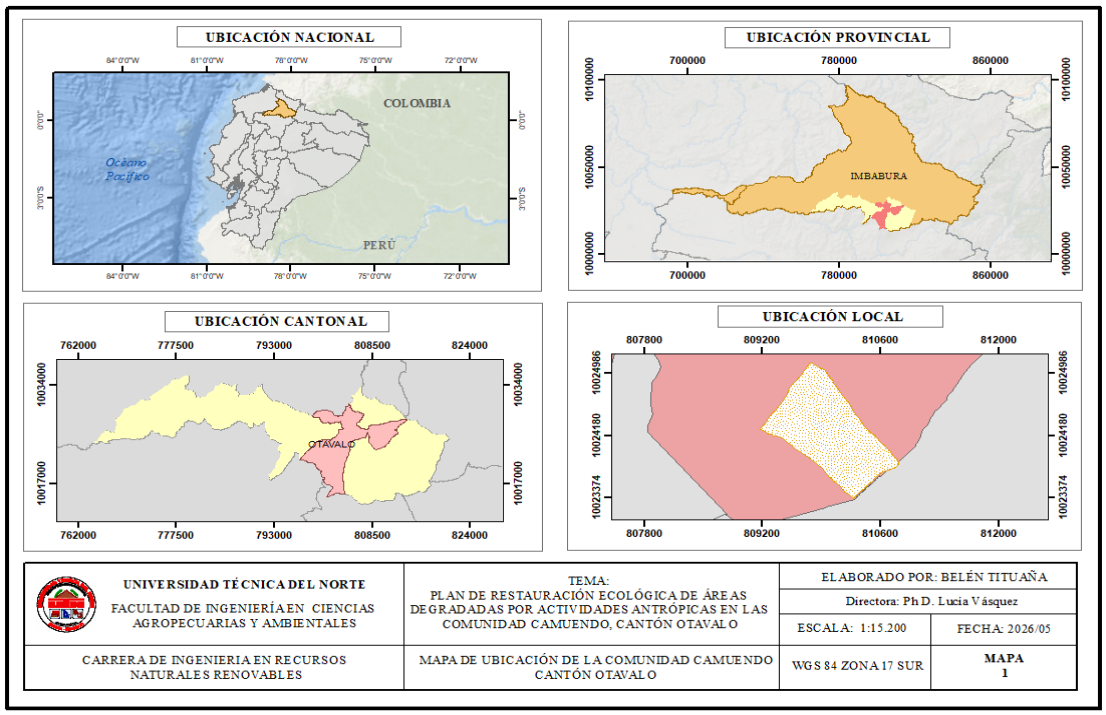




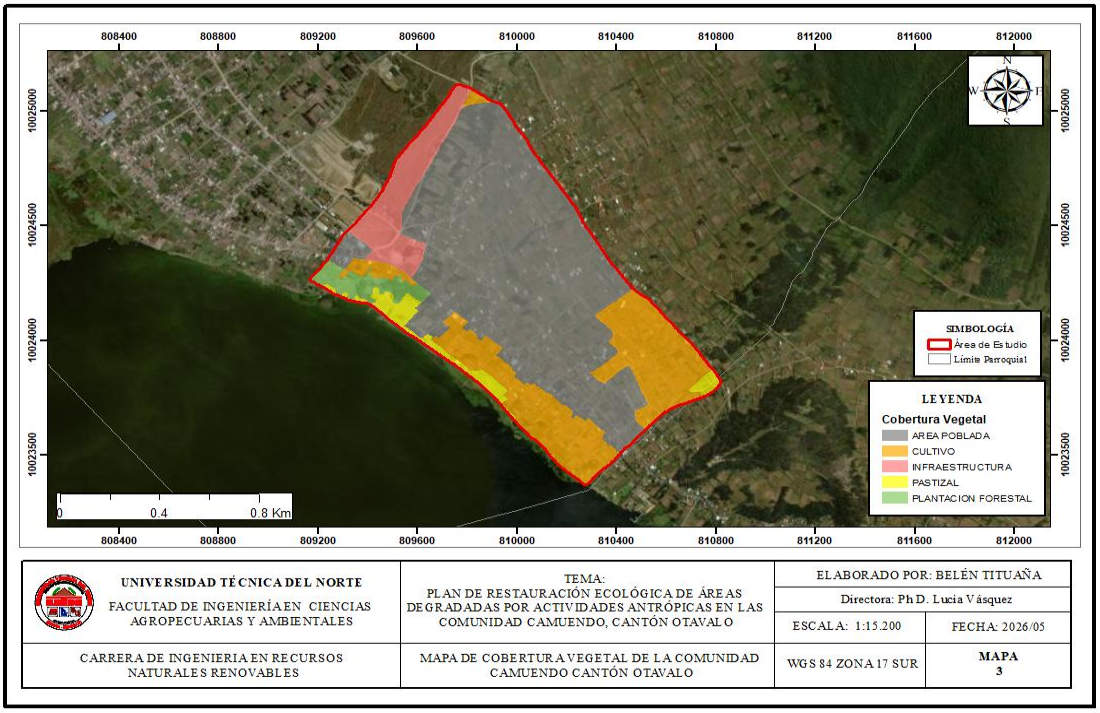


(Anexo 2 [Fotografía 10]) Aplicación de encuestas a diferentes grupos etarios de la comunidad.

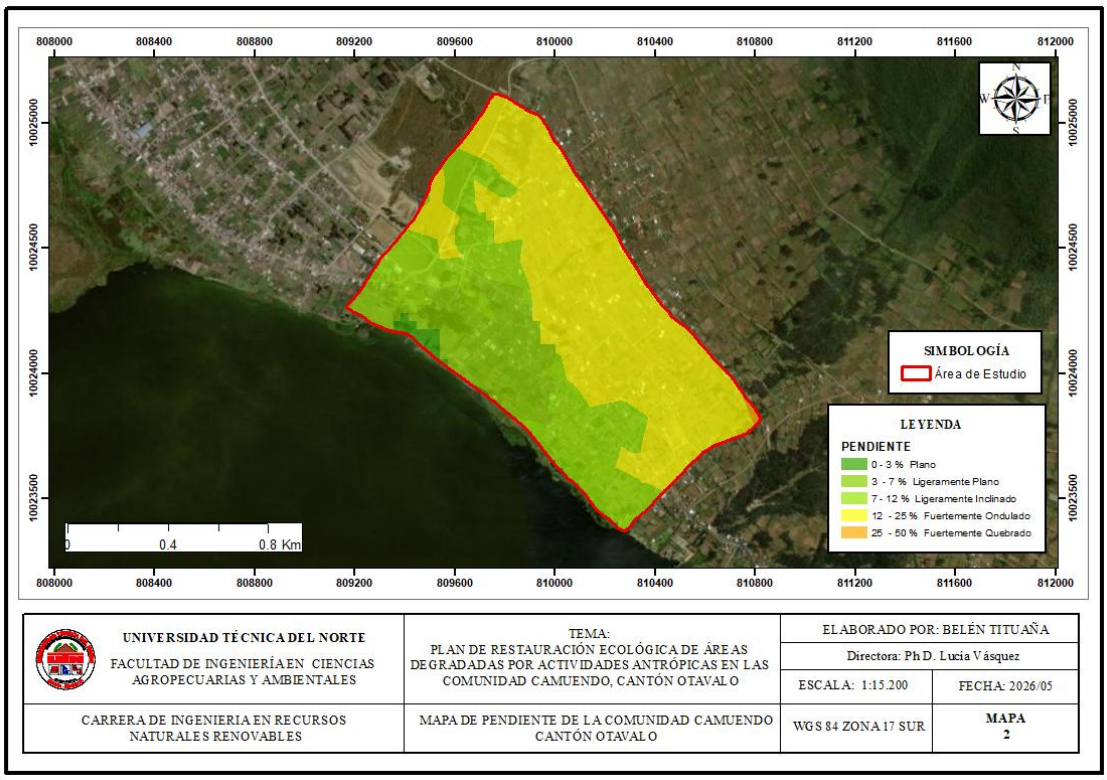
ANEXO 3 - CARTOGRAFÍA



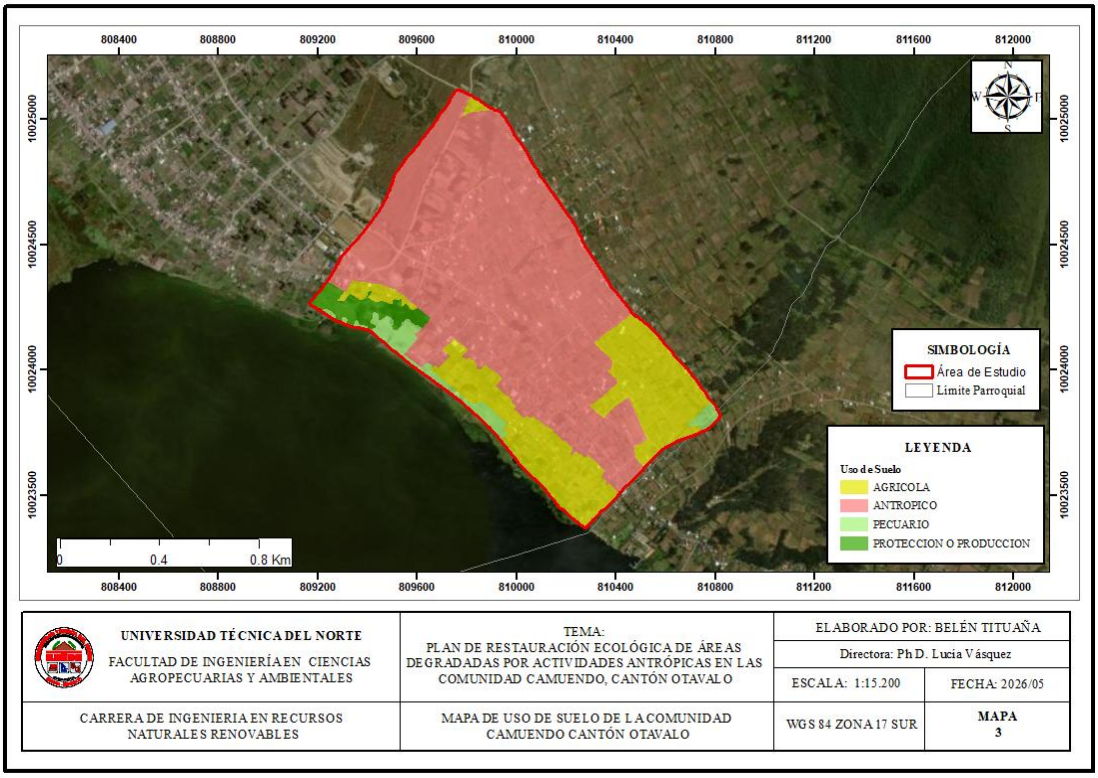
(Anexo 1 [Cartografía 1]) Mapa de ubicación de la comunidad de Camuendo



(Anexo 3 [Cartografía 2]) Mapa de cobertura vegetal de la comunidad de Camuendo



(Anexo 3 [Cartografía 3]) Mapa de pendientes de la comunidad de Camuendo



(Anexo 3 [Cartografía 4]) Mapa de uso de suelo de la comunidad de Camuendo