

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Alternativas para la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor, en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa.

RUIZ MONTAÑO JULECXI CAROLINA INGENIERA AMBIENTAL

CAMPOVERDE MALDONADO ADRIAN ALEJANDRO INGENIERO AMBIENTAL

MACHALA 2025



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Alternativas para la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor, en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa.

RUIZ MONTAÑO JULECXI CAROLINA INGENIERA AMBIENTAL

CAMPOVERDE MALDONADO ADRIAN ALEJANDRO INGENIERO AMBIENTAL



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Alternativas para la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor, en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa.

RUIZ MONTAÑO JULECXI CAROLINA INGENIERA AMBIENTAL

CAMPOVERDE MALDONADO ADRIAN ALEJANDRO INGENIERO AMBIENTAL

AÑAZCO LOAIZA HUGO ENRIQUE

COTUTOR: LUNA FLORIN ALEX DUMANY

MACHALA 2025



Adrian Campoverde Maldonado-Julecxi Ruiz Montaño-2025-1



Nombre del documento: Adrian Campoverde Maldonado-Julecxi Ruiz Montaño-2025-1.docx

ID del documento: a30732e85f78f104b8b133d1e44ef0c64921aeb5

Tamaño del documento original: 134,43 kB

Depositante: Añazco Loaiza Hugo Enrique

Fecha de depósito: 5/9/2025

Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 5/9/2025 Número de palabras: 13.805 Número de caracteres: 94.644

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°		Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	8	dspace.ups.edu.ec Evaluación temporal del uso actual del suelo del Bosque Pro http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/11973/1/UPS-CT005732.pdf 2 fuentes similares	< 1%		Ĉ Palabras idénticas: < 1% (58 palabras)
2	血	Documento de otro usuario #6ddf0c ◆ Viene de de otro grupo 7 fuentes similares	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (55 palabras)
3	8	www.academia.edu (PDF) GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE PLhttps://www.academia.edu/33036558/GUÍA_METODOLÓGICA_PARA_LA_ELABORACIÓN_DE_P 1 fuente similar	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (52 palabras)
4	8	dialnet.unirioja.es Análisis estructural y condiciones abióticas del bosque seco https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9052887.pdf 2 fuentes similares	< 1%		Ĉ Palabras idénticas: < 1% (41 palabras)
5	8	hdl.handle.net Distribución potencial de ecosistemas de la Zona Sur del Ecuado https://hdl.handle.net/11441/173293	< 1%		ប៉ែ Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

N°		Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	血	Documento de otro usuario #016a5e ◆ Viene de de otro grupo	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (35 palabras)
2	血	Documento de otro usuario #e2e467 ◆ Viene de de otro grupo	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)
3	8	dspace.unl.edu.ec https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/27833/1/DiegoFernando_PomaSarango.u	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
4	8	doi.org Composición florística de especies leñosas en la microcuenca del área pr. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.14778	··· < 1 %		👣 Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
5	8	www.scielo.org.pe http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v27n2/2413-3299-arnal-27-02-535.pdf	< 1%		🖒 Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots
- kttps://es.unesco.org/open-access/terms
- kttps://www.natureandculture.org/es/directorio/atahualpa-amplia-su-area-de-conservacion/
- kttp://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm
- kttps://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, RUIZ MONTAÑO JULECXI CAROLINA y CAMPOVERDE MALDONADO ADRIAN ALEJANDRO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Alternativas para la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor, en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

RUIZ MONTAÑO JULECXI CAROLINA

0706590817

CAMPOVERDE MALDONADO ADRIAN ALEJANDRO

0704794841

Dedicatoria

Con mucho amor dedico este proyecto a Sandra y Alberto mis padres, porque con mucho esfuerzo me dieron la oportunidad de llegar hasta aquí, a mi hija quién ha sido farito de mis días, a mis hermanas por creer en mí y sin dejar atrás a toda mi familia y amigos por todos los momentos de apoyo y acompañamiento, y por ultimo y no menos importante a mis docentes que me formaron y me guiaron durante todo este tiempo.

Julecxi Ruiz

Este logro va dedicado especialmente para mis padres Carlos y Norky que fueron mi pilar fundamental para conseguirlo ya que estuvieron a mi lado en cada paso que di, guiándome y aconsejándome, también se lo dedico a mis amigos y docentes que estuvieron siempre conmigo y me dieron fuerzas para seguir con este sueño de terminar mi carrera universitaria.

Adrian Campoverde

Agradecimientos

Gracias a Dios por permitirme llegar hasta aquí, a la Universidad Técnica de Machala por ofrecer un entorno enriquecedor, a mis profesores por su orientación y dedicación, a mi tutor el Ing. Hugo Añazco y a mi co-tutor el Ing. Alex Luna, cuyos consejos y retroalimentación fueron cruciales para el desarrollo de mi proyecto de investigación. Mi gratitud se extiende a todas las personas que contribuyeron de distintas formas a que hoy finalice mi etapa universitaria.

Julecxi Ruiz

En primer lugar, agradezco a Dios por guiarme en cada paso, darme fortaleza en los momentos difíciles y permitirme culminar esta etapa; a mis docentes como el Ing. Hugo Añazco y el Ing. Alex Luna que fueron mis tutores de tesis y gracias a su dedicación, enseñanzas y su impulso me formaron para llegar a ser un profesional; y a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser el pilar fundamental que me motivó a seguir adelante.

Adrian Campoverde

RESUMEN

La presente investigación propone alternativas de conservación para el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo del Catamayo – Alamor, ubicado en la microcuenca alta del río Santa Rosa, cantón Atahualpa, mediante la formulación de programas de gestión orientados por los lineamientos metodológicos del MAATE. El estudio, de tipo aplicado y con enfoque descriptivo-explicativo, se desarrolló en tres etapas: levantamiento de la línea base ambiental, zonificación ecológica y diseño de ejes programáticos. La línea base permitió caracterizar de forma integral los componentes físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales del área, evidenciando presiones significativas como el avance de la frontera agropecuaria y la falta de articulación institucional. Con base en esta información, se delimitaron zonas de protección estricta, manejo de bosque nativo, plantaciones forestales, otros usos y zonas de amortiguamiento, orientadas al uso sustentable del suelo y a la conservación del ecosistema.

Como resultado, se estructuraron programas de gestión interinstitucional y productiva que promueven alianzas estratégicas y prácticas sostenibles de uso del territorio. El primero busca integrar a actores públicos, privados, comunitarios y académicos en la planificación y ejecución de medidas de conservación. El segundo impulsa actividades agropecuarias sostenibles, reduciendo la presión sobre el bosque y mejorando el bienestar de las poblaciones locales. Esta propuesta constituye un insumo técnico y estratégico para la futura elaboración del Plan de Manejo de Bosques y Vegetación Protectora del área, fortaleciendo la gobernanza ambiental y la resiliencia del ecosistema frente a las amenazas actuales.

Palabras clave: Bosque Siempreverde Montano Bajo, Conservación, Plan de Manejo Ambiental, Zonificación ecológica, Gestión interinstitucional

ABSTRACT

This research proposes conservation alternatives for the Evergreen Lower Montane Forest ecosystem of Catamayo – Alamor, located in the upper micro-watershed of the Santa Rosa River, Atahualpa canton, through the formulation of management programs guided by the methodological guidelines of MAATE. The study, applied in nature and with a descriptive-explanatory approach, was developed in three stages: environmental baseline assessment, ecological zoning, and the design of programmatic axes. The baseline characterization enabled a comprehensive analysis of the area's physical, biotic, socioeconomic, and cultural components, revealing significant pressures such as the expansion of the agricultural frontier and lack of institutional coordination. Based on this information, zones for strict protection, native forest management, forest plantations, other uses, and buffer zones were delineated, aimed at sustainable land use and ecosystem conservation.

As a result, inter-institutional and productive management programs were structured to promote strategic alliances and sustainable land-use practices. The first seeks to integrate public, private, community, and academic stakeholders in the planning and implementation of conservation measures. The second encourages sustainable agricultural activities, reducing pressure on the forest and improving the livelihoods of local populations. This proposal serves as a technical and strategic input for the future development of the Management Plan for Protective Forests and Vegetation of the area, strengthening environmental governance and ecosystem resilience in the face of current threats.

Keywords: Evergreen Lower Montane Forest, Conservation, Environmental Management Plan, Ecological Zoning, Interinstitutional Management

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
I. INTRODUCCIÓN	11
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
A. Antecedentes	13
III. JUSTIFICACIÓN	15
IV. OBJETIVOS	16
A. Objetivo general	16
B. Objetivos específicos	16
V. MARCO TEÓRICO	17
A. Definición del ecosistema bosque siempreverde montano bajo	17
B. Importancia ecológica y servicios ecosistémicos proporcionados	17
1) Regulación del clima	18
2) Conservación de la biodiversidad	18
3) Protección del suelo	18
4) Ciclo del agua	19
5) Recursos naturales	19
6) Valor cultural y recreativo	19
D. Importancia ecológica	20
1) Deforestación	20
2) Causa de la deforestación	21
3) Consecuencias de la deforestación	21
4) Cambio de uso del suelo	22
5) Incendio forestal	23
E. Conservación y manejo sostenible del bosque siempreverde montano bajo d	·
Alamor	23

1)	Estrategias para la conservación y manejo sostenible	. 24
	a) Manejo forestal	. 24
	c) Educación y conciencia comunitaria	. 24
	d) Monitoreo y evaluación	. 24
	e) Políticas públicas	. 24
	f) Financiamiento	. 24
	g) Apoyo interinstitucional	. 25
F.	Marco legal	. 25
VI. M	IETODOLOGÍA	.27
A.	Tipo, enfoque y diseño de la investigación	.27
B.	Área de estudio	. 27
C.	Materiales y métodos	.28
1)	Metodología para determinar el estudio	.30
	a) Características ambientales	.30
	b) Aspectos físicos	.30
	c) Cobertura y uso de suelo	.31
2)	Criterios de zonificación	.31
	a) Cobertura y uso actual del suelo	.31
	b) Propuesta de zonificación	.31
3)	Programas de gestión	.31
VII. R	ESULTADOS	.33
A.	Datos generales del área	. 33
Juglan	s neotropica	.33
B.	Características Ambientales	.34
1)	Altitud	.34
2)	Precipitación	.34
3)	Temperatura	.35

C. Aspectos físicos	36
1) Sistema hidrográfico	36
2) Relieve	37
3) Erosión	38
D. Cobertura y uso de suelo	39
DISCUSIÓN	50
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	

LISTA DE TABLAS

Tabla I Ejes programáticos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica	32
Tabla II Datos generales del área	34
Tabla III Especies diagnósticas del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo	de
Catamayo – Alamor	42
Tabla IV Perfil del proyecto de investigación	45
Tabla V Perfil de monitoreo ambiental	46
Tabla VI Perfil del proyecto de manejo forestal (piloto)	47
Tabla VII Perfil de proyecto gestión interinstitucional	48
Tabla VIII Perfil del proyecto de producción agropecuaria	49

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Área de estudio, Microcuenca alta del río Santa Rosa	28
Fig. 2 Diagrama de flujo de la Metodología	30
Fig. 3 Mapa de curvas de nivel de la Cuenca del río Santa Rosa	34
Fig. 4 Mapa de Precipitación de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa	35
Fig. 5 Mapa de Temperatura de la Cuenca Alta del río Santa Rosa	36
Fig. 6 Mapa Hidrológico de la Cuenca Alta del río Santa Rosa	37
Fig. 7 Mapa de Pendiente de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa	38
Fig. 8 Mapa de Erosión del Suelo en la Cuenca Alta del río Santa Rosa	39
Fig. 9 Mapa de Cobertura y Uso de Suelo de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa	40
Fig. 10 Mapa de Zonificación Ecológica de la Cuenca Alta del río Santa Rosa	41

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

UICN Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza

CO2 Dióxido de Carbono

PMA Plan de Manejo

PNUMA Programa de las naciones unidas para el medio ambiente

MAATE Ministerio del ambiente, agua y transición ecológica

RNA Regeneración natural asistida

SIG Sistemas de Información Geográfica

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado.

DEM Modelo de elevación Digital

MAG Ministerio de acuicultura y agricultura

IGM Instituto Geológico Militar

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la conservación de los ecosistemas boscosos es una preocupación a nivel mundial debido a las múltiples amenazas que ponen en riesgo la seguridad y calidad de los servicios ecosistémicos y su invaluable biodiversidad [1]. En Ecuador, el Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo-Alamor, ubicado en la microcuenca alta del río Santa Rosa desempeña un papel fundamental en el equilibrio de la regulación hídrica, la captura de carbono y la protección de las especies endémicas. Sin embargo, este ecosistema enfrenta graves amenazas crecientes debido al impacto de diversas actividades antropogénicas como la deforestación, la expansión de la frontera agrícola y el inadecuado uso de los recursos naturales [2]. Estas afectaciones no solo inciden en el ecosistema, sino también ponen en riesgo la calidad de vida de las comunidades locales, las cuales dependen de estos recursos para su subsistencia y bienestar.

Investigaciones realizadas en el área como la de [3] han evidenciado que las principales amenazas para este ecosistema incluyen: (1) expansión de la frontera agrícola, responsable del 65% de la deforestación; (2) tala selectiva de especies maderables como el guayacán (Handroanthus chrysanthus) y el romerillo (Podocarpus oleifolius); y (3) prácticas ganaderas no sostenibles. Estos cambios en el entorno han causado problemas ecológicos. Se ha interrumpido la conexión entre los lugares donde viven los animales (especialmente mamíferos como el oso de anteojos y el puma). La cantidad del agua en los ríos también ha disminuido hasta en un 40% en épocas de sequía, además ha aumentado la erosión por ende perjudica la calidad del agua.

Frente a esta realidad, recae la importancia de proponer alternativas de conservación que incorporen un enfoque sostenible y sustentable para el ecosistema boscoso montano. El plan de manejo ambiental debe establecer acciones para la recuperación de la cubierta forestal, restaurar zonas afectadas e impulsar actividades económicas sostenibles que reduzcan la presión de los impactos sobre el ecosistema [4]. En caso de ejecutarse el plan de manejo, es importante considerar que la educación ambiental desempeña un rol clave ya que promueve la conciencia sobre la protección del ecosistema y fomenta un cambio positivo en los hábitos de las comunidades por lo que dependen de estos recursos para su supervivencia [5].

Este trabajo tiene por objeto proponer alternativas para la conservación del ecosistema "Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor" en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa, mediante una zonificación de las áreas más vulnerables y un plan de manejo para proteger y conservar el área de estudio. La preservación de este ecosistema

es crucial para la subsistencia de las comunidades locales, así como para mantener un equilibrio ambiental en la microcuenca [6].

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las últimas décadas, los ecosistemas boscosos han enfrentado múltiples series de amenazas debido a las actividades antropogénicas, como es la deforestación, actividades ganaderas y agrícolas y debido al cambio climático [4]. En Ecuador, el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor, ubicado en la microcuenca alta del río Santa Rosa (provincia de El Oro), siendo un ecosistema crítico para la regulación hídrica, la captura de carbono y la conservación de la biodiversidad endémica [7]. Sin embargo, este ecosistema enfrenta una creciente demanda de problemas debido a:

La deforestación acelerada entre los años 2000 y 2008 Ecuador perdió 2.3 millones de hectáreas de bosque, siendo la actividad agropecuaria una de las principales causas del deterioro [8]. En la provincia de El Oro se ha perdido gran parte de la cobertura boscosa en más de 6,000 hectáreas, entre 2008 y 2014 afectando de manera directa al bosque montano bajo [9].

El impacto por la minería en lugares como el Guayabo y Cerro Pelado, la minería artesanal ha generado un gran impacto en el ecosistema por la contaminación de mercurio y sedimentación en los ríos, afectando la calidad del agua y la biodiversidad del lugar [10].

La degradación del bosque ha reducido la capacidad de regulación hídrica, aumentando el riesgo de inundaciones en épocas lluviosas y escasez de agua en temporadas secas. Además, la erosión del suelo ha disminuido su fertilidad, perjudicando a las comunidades agrícolas locales. [11].

A. Antecedentes

La conservación de los ecosistemas bosques siempreverdes montanos, como el que se encuentra en la Microcuenca del río Santa Rosa, ha sido objeto de estudio a nivel mundial, regional y local debido a su importancia ecológica y a las amenazas que enfrenta. A nivel mundial, los bosques montanos tropicales han sido reconocidos como uno de los ecosistemas más amenazados. Según un informe de la UNESCO durante el período de 1981 a 1990, los bosques montanos fueron destruidos a un ritmo considerablemente mayor que los bosques tropicales de tierras bajas, con una tasa de pérdida del 1.1% anual en comparación con el 0.8% anual en los bosques de tierras bajas [12]. Este fenómeno llevó a la creación de diversas iniciativas internacionales para su conservación, como la "Campaña por los Bosques Nublados" por parte de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la "Iniciativa sobre Bosques Nublados Tropicales" del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que busca fomentar acciones de conservación específicas para estos ecosistemas [13].

En América Latina, los bosques montanos tropicales son fundamentales para la biodiversidad y el suministro de agua. Investigaciones recientes han demostrado que estos ecosistemas son altamente vulnerables al cambio climático y a las actividades humanas, como la expansión agrícola y ganadera. Un estudio publicado en "Frontiers in Plant Science" destaca que las dinámicas de carbono en estos bosques están influenciadas por factores climáticos, especialmente la estacionalidad de las precipitaciones, lo que afecta su capacidad para almacenar carbono y regular el ciclo hídrico [14]. Además, se ha señalado que la fragmentación del hábitat debido a la actividad humana ha creado mosaicos de hábitats que requieren atención especial en las políticas de conservación [15].

Ecuador es conocido por su rica biodiversidad y sus variados ecosistemas montanos. Sin embargo, estudios evidencian que los bosques montanos tropicales del país enfrentan presiones significativas debido a la deforestación y el cambio en el uso del suelo. Un análisis sobre las dinámicas de restauración en bosques nublados indica que muchas áreas han sido convertidas en pastizales o tierras agrícolas, lo que pone en riesgo tanto la flora como la fauna endémica [16].

En la provincia de El Oro, cantón Atahualpa, se han realizado estudios sobre el impacto de las actividades económicas en los ecosistemas locales. La ganadería extensiva ha sido identificada como una de las principales causas del deterioro ambiental en esta región. La expansión del pastoreo provoca a una pérdida significativa de cobertura forestal y altera los patrones hidrológicos, lo que afecta así la calidad del agua y la biodiversidad [17].

El bosque siempreverde montano bajo ha sido gravemente afectado principalmente por la extracción de leña, incendios forestales y contaminación del agua por sedimentos. Investigaciones indican que la deforestación no solo ha sido impulsada por actividades humanas, sino que también ha generado conflictos socioambientales entre las comunidades locales y los esfuerzos por conservar el medio ambiente. Las comunidades dependen en gran medida de estas actividades económicas, lo que dificulta la implementación efectiva de estrategias conservacionistas [18].

III. JUSTIFICACIÓN

La conservación del bosque siempreverde montano bajo de Catamayo Alamor, es una necesidad urgente debido a su papel crucial en la regulación ecológica, el mantenimiento de la biodiversidad, y la provisión de servicios ecosistémicos que provee para las comunidades locales [19]. En este ecosistema se ha analizado su área en un 41,1%, pese a ello tiene una baja conectividad, lo que significa que sus fragmentos están dispersos y son de pequeño tamaño; esto dificulta la continuidad del ecosistema y puede afectar su biodiversidad. Este ecosistema tiene una alta probabilidad de transformación o degradación, debido a su ubicación en zonas en donde hay una gran cantidad de asentamientos humanos, esto sugiere que la presión por las diferentes actividades humanas podría afectar significativamente su conservación [20].

Anualmente, se genera más contaminación por la pérdida de los bosques que por el transporte mundial de automóviles, barcos, aviones y trenes en conjunto. La deforestación es responsable del 15% de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO₂) anuales en todo el mundo, los suelos perturbados junto con las ramas y hojas podridas hacen que el carbono se libere hacia la atmosfera [21].

El ecosistema siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor encierra una alta diversidad biológica, especialmente florística. Constituye la extensión más sureña de los humedales de la región del Chocó, la saturación atmosférica y la lluvia horizontal permiten que la vegetación mantenga su follaje incluso en temporadas secas, lo que demuestra la resiliencia de este hábitat ante las condiciones climáticas adversas. Los remanentes con este tipo de vegetación son escasos, lo que refuerza la necesidad de su preservación. Debido a que la distribución es limitada por las provincias como Loja, El Oro y el Azuay subraya la importancia regional y la urgencia de proponer estrategias de conservación.

En regiones con baja conectividad ecológica, es fundamental implementar estrategias de restauración, reforestación y rehabilitación de la cobertura vegetal. Estas acciones deben diseñarse de acuerdo con la viabilidad, la restauración desde un enfoque de paisaje no implica necesariamente proyectos de gran escala o elevados costos, sino que debe adaptarse a cada sitio con una visión integral que considere los efectos en el ecosistema circundante [20].

Por ello, un plan de manejo para la conservación del ecosistema y una zonificación según los lineamientos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) pueden mejorar la conectividad ecológica y permitirá garantizar la sostenibilidad y sustentabilidad del ecosistema fortaleciendo la resiliencia del territorio ante los impactos negativos que comprometan su salud y provisión de servicios ecosistémicos.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Proponer alternativas de conservación para el ecosistema "Bosque Siempreverde Montano Bajo Del Catamayo Alamor" en la microcuenca alta del río Santa Rosa, cantón Atahualpa, mediante programas de gestión orientados por los lineamientos metodológicos del MAATE, como insumo para la futura elaboración de un Plan de Manejo de Bosques y Vegetación Protectora.

B. Objetivos específicos

- Identificar los datos generales, características ambientales y aspectos físico (línea base)
 del área de estudio mediante revisión bibliográfica y el uso de sistemas de información
 geográfica (SIG), de acuerdo con los requisitos establecidos en el Decreto Ejecutivo
 3516.
- Delimitar unidades de zonificación ecológica dentro del área de estudio, con base en la cobertura y uso actual del suelo, evaluando sus potencialidades y limitaciones para la conservación y el manejo sostenible.
- Formular programas de gestión que integren acciones de conservación, conforme a los lineamientos de la Guía Metodológica para Planes de Manejo de Bosques y Vegetación Protectora del MAATE.

V. MARCO TEÓRICO

A. Introducción al ecosistema

El ecosistema bosque siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor, zona de origen de la microcuenca del río Santa Rosa, representa un valioso patrimonio natural, en el cual existe una rica biodiversidad y ofrece múltiples servicios ecosistémicos esenciales para las comunidades locales y el equilibrio ambiental [17]. Este ecosistema se caracteriza por su vegetación densa y variada, que incluye especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, adaptadas a las condiciones climáticas de la región.

Los bosques siempreverdes desempeñan un papel importante en la regulación del ciclo del agua, la conservación del suelo y la mitigación del cambio climático, además de ser hábitats para numerosas especies de fauna y flora [22]. Sin embargo, estas áreas enfrentan diversas amenazas, como la deforestación, el cambio de uso del suelo y el impacto del cambio climático, lo que pone en riesgo no solo su integridad ecológica, sino también los servicios que proporciona a las comunidades que dependen de él.

A. Definición del ecosistema bosque siempreverde montano bajo

El bosque siempreverde es un tipo de ecosistema forestal caracterizado por la presencia de árboles que mantienen su follaje durante todo el año [23]. A diferencia de los bosques deciduos, donde los árboles pierden sus hojas en ciertas estaciones, los árboles en un bosque siempreverde están adaptados a condiciones climáticas que les permiten conservar sus hojas, lo que les proporciona una ventaja en términos de fotosíntesis y crecimiento continuo [24]. Dentro de los bosques siempreverde se encuentran los ecosistemas estacionales montano bajo, que se refiere a un ecosistema que se desarrolla en altitudes moderadas, típicamente entre los 3600 y 2400 metros sobre el nivel del mar. Se caracteriza por tener un dosel arbóreo denso, con árboles que alcanzan alturas entre 10 y 20 metros [25]. Este tipo de bosque presenta una vegetación que se mantiene verde durante la mayor parte del año, aunque puede experimentar una reducción en la densidad foliar durante las estaciones secas o períodos de sequía a de tierra fértil [16]. Además, la cobertura vegetal protege el suelo de la acción directa de las lluvias intensas, lo que minimiza el escurrimiento superficial y permite una mejor infiltración del agua [25]. La conservación del suelo permite mantener la fertilidad agrícola y preservar los recursos hídricos. Un suelo sano retiene agua y nutrientes, lo que beneficia tanto al ecosistema forestal como a las actividades agrícolas circundantes [26].

B. Importancia ecológica y servicios ecosistémicos proporcionados

En el bosque siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor, la vegetación natural ha sido reemplazada por actividades ganaderas y agrícolas, debido a que los remanentes de bosques se encuentran principalmente en zonas de quebradas y pendientes pronunciadas. A pesar de contar con un clima subtropical y precipitaciones frecuentes, este ecosistema ha sufrido una gran alteración [27]. La persistencia de algunos fragmentos de vegetación en las quebradas con cuerpos de agua sugiere que estos espacios resultan esenciales para mantener el equilibrio natural de este lugar. Además, estos bosques son importantes porque favorece el almacenamiento de carbono, lo que ayuda a mitigar los efectos del cambio climático [28].

A continuación, se indica a mayor detalle, los aspectos más relevantes de su importancia ecológica y los servicios ecosistémicos que proporcionan los bosques siempreverdes estacionales montano bajo:

1) Regulación del clima

Uno de los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques siempreverdes es la regulación del clima. Estos ecosistemas actúan como reguladores naturales de la temperatura y la humedad, influyendo en las condiciones climáticas de su entorno [29]. A través del proceso de transpiración, los árboles liberan vapor de agua a la atmósfera, lo que mejora la humedad del aire y puede generar lluvias locales [6].

Además, estos bosques ayudan a mitigar el cambio climático. Al almacenar grandes cantidades de carbono en su biomasa y en el suelo, estos ecosistemas reducen la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, un gas responsable del calentamiento global [30]. De ahí la necesidad de conservar estos bosques para combatir el cambio climático.

2) Conservación de la biodiversidad

Los bosques montanos en Ecuador se distinguen por la presencia de epifitas y musgos que crecen sobre los árboles. Dentro de este grupo, las orquídeas *(Orchidaceae)* son las más representativas con más de 4000 especies registradas en el país. Otras familias abundantes incluyen *Araceae*, que comprende los anturios, y *Bromeliceae* a la que pertenecen los huicundos . Estas plantas no solo forman parte de la diversidad vegetal sino también sirven de refugio para diversas especies de anfibios, reptiles e insectos, como escarabajos y arácnidos [31].

3) Protección del suelo

Los bosques siempreverdes protegen el suelo de la erosión. Las raíces de los árboles estabilizan las crestas de las montañas, las colinas y las pendientes de montañas reduciendo el riesgo de deslizamientos y pérdida de tierra fértil. Además, la cobertura vegetal protege el suelo de la acción directa de las lluvias intensas, lo que minimiza el escurrimiento superficial y permite una mejor infiltración del agua [32]. Por lo tanto, la conservación del suelo permite mantener la fertilidad agrícola y preservar los recursos hídricos. Un suelo sano retiene agua y

nutrientes, lo que beneficia tanto al ecosistema forestal como a las actividades agrícolas circundantes.

4) Ciclo del agua

Los bosques siempreverdes contribuyen a regular el flujo de agua en las cuencas hidrográficas. Esto es especialmente importante en áreas montañosas donde las corrientes fluviales dependen directamente de la vegetación circundante. Su dinámica hídrica, particular y poco convencional, está influenciada por la presencia de neblina y lluvias transportadas por el viento, las cuales contribuyen al equilibrio hídrico del ecosistema. Esto es posible gracias a la capacidad de estos bosques para captar agua de la neblina y reducir la transpiración, asegurando así un aporte adicional de humedad al sistema La presencia de estos bosques permite mantener los acuíferos y las fuentes de agua dulce, asegurando un suministro constante para las comunidades locales y los ecosistemas adyacentes [31].

5) Recursos naturales

El bosque siempreverde constituyen una fuente de recursos naturales, tanto maderables, como no maderables. Los árboles proporcionan madera para construcción y leña para combustible, mientras que otros productos como frutos, nueces, resinas y plantas medicinales son vitales para las comunidades locales [31]. Estos recursos son fundamentales para la subsistencia, pero se requiere que sean gestionados adecuadamente.

6) Valor cultural y recreativo

Los bosques siempreverdes tienen un valor cultural significativo para las comunidades locales. Muchas culturas indígenas han desarrollado una relación profunda con estos ecosistemas, basando sus tradiciones, conocimientos y prácticas en su entorno natural [25]. La conservación del bosque es fundamental para preservar estas tradiciones culturales y asegurar que las futuras generaciones puedan disfrutar y aprender de su patrimonio natural. Se puede señalar que, el bosque siempreverde estacional montano bajo es un ecosistema importante por sus diversas funciones ecológicas y servicios que aportan tanto al medio ambiente como a las comunidades. Su capacidad para regular el clima, conservar la biodiversidad, proteger el suelo y regular el ciclo del agua lo convierte en un componente clave para la sostenibilidad ambiental.[33]

C. Vegetación

Esta área alberga una rica biodiversidad que incluye numerosas especies de plantas. El bosque siempreverde montano bajo se caracteriza por su dosel arbóreo compuesto principalmente por especies perennes que mantienen su follaje durante todo el año [34]. Sin

embargo, puede experimentar cambios en la densidad foliar durante períodos secos. Entre las familias más representativas se encuentran *Arecaceae* (palmas), *Fabaceae* (leguminosas) y *Moraceae* (morales), así como *Lauraceae* y *Meliaceae* .[35]

La composición florística es variada e incluye especies como *Guarea kunthiana*, *Otoba*, *Ocotea y Nectandra*. En el subdosel, se pueden encontrar géneros como *Palicourea*, *Faramea e Inga*, que contribuyen a la complejidad estructural del bosque. Esta diversidad no solo es importante desde un punto de vista ecológico, sino que también tiene implicaciones culturales y económicas para las comunidades locales [35].

D. Importancia ecológica

La ubicación geográfica del bosque siempreverde estacional montano bajo es fundamental para su función ecológica. Este ecosistema no solo contribuye a la conservación de la biodiversidad local, sino que también desempeña un papel crucial en la regulación del clima regional y en la protección del suelo contra la erosión. Las raíces de los árboles ayudan a anclar el suelo, mientras que la cobertura vegetal protege contra el escurrimiento superficial, permitiendo una mejor infiltración del agua, Además, este ecosistema actúa como un regulador hídrico, manteniendo los acuíferos y las fuentes de agua dulce que son esenciales para las comunidades locales. La preservación del bosque siempreverde es vital no solo para mantener estos servicios ecosistémicos sino también para asegurar el bienestar económico y social de las poblaciones que dependen de sus recursos. [36]

Amenazas ambientales

El bosque siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor, ubicado en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa en el cantón Santa Rosa, enfrenta diversas amenazas ambientales que ponen en riesgo su integridad y funcionalidad. Estas amenazas no solo afectan la biodiversidad del ecosistema, sino que también impactan los servicios ecosistémicos que son vitales para las comunidades locales [20]. Entre las principales amenazas que están afectando a esta importante área son:

1) Deforestación

En la provincia de El Oro, el área de cobertura vegetal nativa es de 1.271 km (127.056 ha) lo que representa un 28.9% del territorio provincial. Entre los años 2008 y 2014 la cobertura boscosa experimento una reducción promedio de 1.045,67 ha por año, sumando un total de 6.274 ha deforestadas en ese periodo. En particular el bioma de bosque montano bajo es el más vulnerable debido a que en la provincia de El Oro solo se conserva una extensión de 59km [26].

La vegetación remanente en la provincia alberga una notable diversidad biológica, pero enfrenta serias amenazas debido a la relevancia económica de las actividades productivas tanto

a nivel local como nacional. En particular la actividad agroganadera ocupa el 79% de la superficie de la provincia [37].

Bajo este contexto, el bosque siempreverde estacional montano bajo de Catamayo-Alamor ubicado en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa en el cantón Santa Rosa, es un ecosistema importante pero que está siendo amenazado por la deforestación.

2) Causa de la deforestación

Entre las principales causas están la expansión agrícola. Cuando se convierten terrenos en área agrícolas se produce la deforestación en la zona. Cada vez es mayor la demanda de productos agrícolas, por ello se genera mayor tala de los bosques que conlleva a reducir la biodiversidad local [38]. Las acciones más comunes entre los agricultores es talar y quemar para despejar terrenos, provocando doble afectación: destrucción de los bosques y liberación de dióxido de carbono a la atmósfera. Se considera que han desaparecido gran cantidad de bosques en los últimos 50 años y aún se continúa extrayendo madera, leña y talando arbustos y árboles en invernas [39].

Otra de las causas de la deforestación es la ganadería. Dicha actividad también está en crecimiento, por lo tanto, se requiere de mayor cantidad de pastizales para el ganado, lo que provoca la reducción del área forestal. La ganadería a gran escala también es causante del deterioro del suelo, aumentando el riesgo de erosión [38]. Se considera que a lo largo de toda la microcuenca del río se desarrolla actividades ganaderas que afectan los procesos hidrológicos con el pisoteo y compactación del suelo [39].

En algunos sectores de la microcuenca del río San Rosa, como El Guayabo, Cerro Pelado, Limón Playa, se observa el impacto ambiental debido a la minería, pues existe deforestación, movimiento de suelos, inundaciones y contaminación de quebradas por residuos de combustibles y sedimentos. También se presentan problemas de erosión por la deforestación de varios sectores desde donde se extrae y transporta el material. En el sector Guayabo, en la microcuenca alta del río Santa Rosa, los problemas ambientales a causa de la explotación minera es evidente, con una concesión que abarca 281 hectáreas de terreno, viene siendo explotada por más de 30 años, que está afectando la calidad y cantidad de agua de cauces superficiales y subterráneos que sirve para diversos usos, entre ellos el consumo humano [36].

3) Consecuencias de la deforestación

La deforestación en el bosque siempreverde montano bajo tiene consecuencias devastadoras y resulta preocupante, pues una de las principales consecuencias es la pérdida de la biodiversidad, ya que se ven reducidas muchas especies vegetales y animales, a tal punto que

llegan a la extinción local debido a la reducción del hábitat natural. Las especies endémicas son esenciales para mantener el equilibrio ecológico.[31]

La desaparición de los árboles y la cubierta vegetal destruyen hábitats, multiplica la carga de los sedimentos en los ríos y acelera la erosión, haciendo que las inundaciones sean más graves [30]. Además, tiene un impacto social, porque las comunidades locales que dependen del bosque para su sustento, con la deforestación, se ven amenazadas por esta pérdida, ya que se disminuyen los recursos naturales y llevan al empobrecimiento y desplazamiento social [36].

4) Cambio de uso del suelo

El cambio de uso del suelo se refiere a la transformación de la cobertura y el uso de la tierra, un fenómeno que ha adquirido relevancia global debido a sus profundas implicaciones para el medio ambiente, la biodiversidad y la sostenibilidad de los recursos naturales [40]. Este proceso puede ser impulsado por diversas actividades humanas, como la agricultura, la ganadería, la urbanización y la explotación de recursos naturales. En el contexto del bosque siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor, ubicado en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa, este cambio de uso del suelo representa una amenaza significativa que afecta tanto a la salud del ecosistema como a las comunidades locales [41].

El cambio de uso del suelo se ha estudiado ampliamente en el ámbito ambiental. La FAO estima que desde 1990 se han perdido aproximadamente 420 millones de hectáreas de bosque a nivel global debido a la deforestación y el cambio de uso del suelo. Este fenómeno es particularmente evidente en regiones tropicales, donde se han producido transformaciones en los ecosistemas forestales para dar paso a tierras agrícolas y ganaderas. Las causas del cambio de uso del suelo, en su mayoría son similares a la deforestación, es decir, están relacionadas con la agricultura, la ganadería, el crecimiento poblacional y la urbanización descontrolada ha llevado a la construcción de infraestructuras y asentamientos humanos con lo cual se han reducido las áreas disponibles para la vegetación nativa. También la explotación de recursos naturales, como madera ha contribuido al cambio en el uso del suelo. La tala indiscriminada puede llevar a una transformación irreversible del paisaje natural. También la explotación de recursos naturales, como madera ha contribuido al cambio en el uso del suelo. La tala indiscriminada puede llevar a una transformación irreversible del paisaje natural. [42]

Para abordar las amenazas asociadas con el cambio en el uso del suelo se requiere estrategias efectivas, que incluye promover prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles que minimicen el impacto ambiental y mantengan la salud del ecosistema; implementar programas para restaurar áreas degradadas mediante reforestación y conservación activa [43]; sensibilizar a las comunidades sobre la importancia de conservar los ecosistemas forestales y los servicios

que proporcionan; desarrollar e implementar políticas que regulen el uso sostenible del suelo y promuevan prácticas responsables entre los actores económicos; establecer sistemas de monitoreo para evaluar cambios en el uso del suelo y sus impactos ecológicos, permitiendo ajustes oportunos en las estrategias implementadas [44]

Sobre el tema se puede señalar que, el cambio en el uso del suelo es una amenaza ambiental crítica que afecta al bosque siempreverde estacional montano. Por lo tanto, requiere que la población y autoridades conozcan las causas y consecuencias asociadas con este fenómeno para que puedan desarrollar estrategias efectivas que promuevan un manejo sostenible y aseguren tanto la conservación ecológica como el bienestar socioeconómico de las comunidades locales.

5) Incendio forestal

Una de las principales amenazas para el ecosistema a nivel mundial son los incendios forestales que se generan tanto por factores naturales, como rayos, o por acciones del hombre cuando se hace uso irresponsable del fuego [45].

Aunque los incendios forestales son comunes en una extensa cantidad de ecosistemas, la severidad de estos ha incrementado en años recientes debido a las sequias y fuertes olas de calor. Esta tendencia es causada por el cambio climático, la urbanización y las tácticas deficientes de manejo de tierras. Además, los incendios pueden ocasionar daño devastador a la biodiversidad por la destrucción de hábitat importante para la subsistencia de muchas especies. La pérdida de vegetación impacta no solo a la flora y fauna que dependen de ella para subsistir, sino igualmente a otras áreas de los ecosistemas como por ejemplo el funcionamiento hídrico y la captura de carbono [46].

E. Conservación y manejo sostenible del bosque siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor

Conservar los bosques siempreverde es fundamental para preservar su rica biodiversidad y garantizar los servicios ecosistémicos de los cuales se benefician las comunidades que están asentadas a los alrededores. Los bosques siempreverdes son reconocidos por la gran diversidad de flora y fauna, además por influir en la regulación del ciclo del agua, la acumulación de carbono, la conservación de los recursos hídricos y ser la base fundamental para mitigar el cambio climático al actuar como filtro de carbono [29]. Es necesario establecer medidas y políticas que favorezca su conservación y manejo sostenible.

1) Estrategias para la conservación y manejo sostenible

a) Manejo forestal

Para conversar el ecosistema, es necesario regular el aprovechamiento de árboles maderables y no maderables a través de la entrega de licencias y monitoreo permanente. Esta estrategia tiene que ser implementada por el Ministerio del Ambiente [6].

b) Restauración de áreas degradadas

Para mejorar el ecosistema que ha sido afectado por diversos motivos, se necesita emprender en la reforestación con especies nativas y regenerar el bosque. De esta forma se recupera la biodiversidad que se ha perdido y se mejora la calidad del suelo y el ciclo hídrico [47].

c) Educación y conciencia comunitaria

La participación de la población de la zona en la restauración de los bosques y la conservación de estos es importante al ejecutar las alternativas o medidas de conservación. Esto orientándose de acuerdo con la facilidad y el acceso de la población, pueden incluirse charlas, talleres, actividades prácticas, para que los moradores participen activamente [48]. Empezar por proyectos educativos resultada beneficioso, como se puede ver en las Islas Galápagos se implementó el programa de educación para la sostenibilidad, donde están involucrados los estudiantes y docentes, es trabajado en todas las instituciones educativas de la región, con lo cual se promueve el respeto por la naturaleza y la conservación de la misma.

d) Monitoreo y evaluación

Las autoridades de control tienen que estar monitoreando constantemente los cambios que se puedan dar en los bosques como producto de la acción del hombre. En la actualidad se facilita este control ya que se puede emplear tecnología satelital. Cuando se realiza un seguimiento constante la población va creando la cultura del cuidado y protección, por lo tanto, se abstienen de realizar acciones que afecten al ecosistema [49].

e) Políticas públicas

Son tan importantes los bosques siempreverdes que los gobiernos de turno tienen que establecer políticas para trabajar en beneficios de estas áreas. Es necesario que el uso del territorio esté regulado, tomando en cuenta aspectos económicos y ecológicos. [50]

f) Financiamiento

Se requiere contar con asignación de recursos económicos para implementar medidas y estrategias de conservación de los bosques siempreverdes. Al momento de regular la tala de bosques para actividades agrícolas y ganaderas en estas áreas, puede ser necesario brindar

incentivos económicos a estos habitantes, en vista de que muchas de estas acciones de deforestación son porque los habitantes necesitan producir para subsistir [29].

g) Apoyo interinstitucional

Para conservar los bosques siempreverdes se requiere aunar esfuerzos entre diversas instituciones, sean estas públicas o privadas, que permite realizar un trabajo conjunto en el monitoreo, control y conservación del ecosistema. Estas acciones fortalecen el cuidado de las áreas, tal es el caso de la reserva Buenaventura que se encuentra dentro de los cantones Piñas y Atahualpa que es gestionada por la Fundación Jocotoco, pero también brindan su aporte los gobiernos locales como GAD de Piñas, GAD Rural de Moromoro [51].

Existen varias estrategias que pueden ser implementadas para conservar y realizar un manejo sostenible del bosque siempreverde estacional, ya que proporciona varios beneficios al preservar estas áreas. Es necesario proteger el bosque para que no se pierdan especies únicas de animales y plantas, además de asegurar un medio ambiente sano.

2) Restauración ecológica con especies nativas

Es una estrategia que consiste en la recuperación de sus estructura, función y biodiversidad de los ecosistemas deteriorados como es el Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor. A continuación, se detalla en qué consiste la restauración:

- a) Selección de especies nativas: Consiste en la restauración ecológica para los bosques montanos en el cual se basa en información científica que priorizan especies resilientes, funcionales y adaptadas de acuerdo con las condiciones locales. Estudios recientes [52] demuestran que para la selección de especies debe considerarse: tolerancia climática, funciones ecológicas claves y alta tasa de supervivencia en áreas degradadas.
- b) Regeneración natural asistida (RNA): Consiste en la restauración ecologica para aprovechar los procesos naturales para la recuperación de los espacios degradados, y asi se pueda minimizar las intervenciones humanas directas. Según [53] esta técnica incluye acciones como la exclusión del ganado, el control de especies invasoras y la protección de plántulas nativas, lo que consiste en incrementar la recuperación de las áreas naturales en un 50-70% de los bosques montanos.

F. Marco legal

El reconocimiento de la naturaleza como sujeto de derechos surge desde la Constitución del Ecuador [54]tal como se mencionan en los artículos 71 y 72 de este cuerpo legal. En cuanto a materia ambiental, la legislación ecuatoriana estuvo dispersa durante algunas décadas; sin

embargo, con la expedición del Código Orgánico del Ambiente, siendo la norma ambiental más importante del país, se logró abrir diversas líneas de debate sobre su uso, oportunidades de conservación y posibles reformas [55].

En el Decreto Ejecutivo 3516 establece la declaratoria de bosques y vegetación protectora, en el artículo 23, el cual establece disposiciones claves para la protección de bosques y vegetación protectora [56], asimismo propongo la implementación de un plan de manejo como herramienta de conservación del ecosistema siempreverde montano bajo de Catamayo-Alamor en la parte alta de la microcuenca alta del río Santa Rosa, siguiendo los lineamientos del MAATE. Si bien, en [55]se estipulan artículos sobre la elaboración de Planes de Manejo Ambiental, estos son dirigidos para actividades, proyectos u obras que puedan tener o tengan un impacto sobre el ambiente, y es por esto que el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica ha publicado lineamientos para planes de manejo en áreas naturales a conservarse.

Este trabajo pretende ser la base para la conservación del ecosistema siempreverde montano bajo de Catamayo Alamor en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa, y al proponer un plan de manejo ambiental (PMA) en un área natural, es prudente considerar el formato de los lineamientos para la protección de bosques y vegetación protectora (BVP).

Las directrices para la elaboración de planes de manejo de bosques y vegetación protectora plantean que los programas de este serán, en caso de aplicarse:

- Programa de gestión del conocimiento (monitoreo ambiental, proyectos de investigación)
- Programa de gestión ambiental (restauración y manejo forestal)
- Programa de gestión interinstitucional (fortalecimiento organizativo, articulación con actores)
- Programa de gestión productiva (producción agropecuaria sostenible)

La estructura para la elaboración de planes de manejo de bosques y vegetación protectora se compone desde un resumen y una ficha técnica hasta la caracterización del área de estudio, la planificación estratégica, sostenibilidad financiera y el análisis de viabilidad del plan de manejo [57]. Sin embargo, este trabajo busca proponer las alternativas de conservación y por tanto abarcará hasta la planificación estratégica del área por conservarse.

VI. METODOLOGÍA

A. Tipo, enfoque y diseño de la investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que busca generar conocimientos orientados a la solución de un problema específico relacionado con la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos mediante la formulación de un plan de manejo territorial. Asimismo, posee un carácter descriptivo-explicativo, dado que primero se describe y caracteriza el ecosistema de estudio, para luego analizar relaciones entre variables ecológicas y funcionales que justifican al área.

B. Área de estudio

La investigación se desarrolla en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa, ubicada en la parroquia Ayapamba, perteneciente al cantón Atahualpa, en la provincia de El Oro, al suroccidente del Ecuador (ver fig. 1). Esta microcuenca forma parte de la vertiendo del pacífico y constituye una unidad hidrográfica de importancia estratégica para el abastecimiento de agua, regulación climática y la conservación de la biodiversidad.

El área de estudio comprende una superficie aproximada de 355,32 ha, que se encuentran en un rango altitudinal que oscila entre los 3600 y 2400 msnm. Esta variación altitudinal influye notablemente en las condiciones climáticas y en la diversidad biológica del ecosistema. El clima de la zona se caracteriza por ser tropical mega térmico húmedo de montaña, caracterizado por una temperatura media anual que varía entre 17°C y 22°C, con una humedad relativa alta y una precipitación anual que puede superar los 1500mm [58].

En términos ecológicos, el área se encuentra dentro de la ecorregión del Bosque Siempreverde Montano Bajo Del Catamayo Alamor ese es el ecosistema, una formación vegetal de alto valor en biodiversidad, caracterizada por especies vegetales y faunísticas endémicas y una alta heterogeneidad estructural. Este ecosistema también cumple funciones vitales como la regulación hídrica, captura de carbono y la provisión de hábitat para diversidad especies silvestres [59].

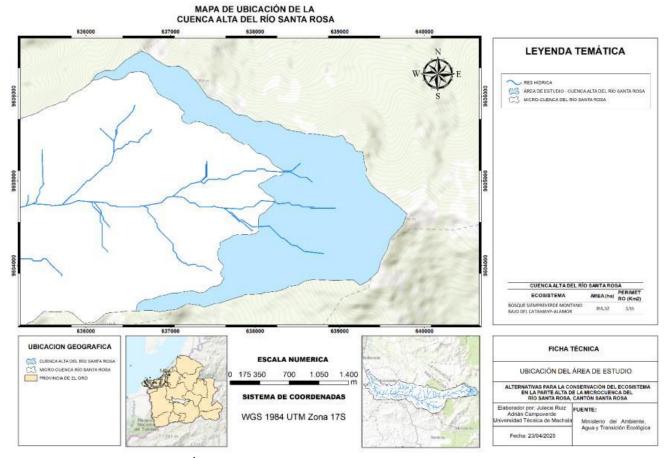


Fig. 1 Área de estudio, Microcuenca alta del río Santa Rosa

C. Materiales y métodos

La metodología del estudio se estructura en tres etapas principales, que se corresponden con los objetivos específicos establecidos y están reflejadas en el diagrama de flujo de la metodología (ver fig. 2.). Este enfoque integral permite abordar de manera sistemática la propuesta de alternativas para la conservación del ecosistema de bosque en la microcuenca alta del río Santa Rosa. En la primera etapa, se identificaron los datos generales, características ambientales y aspectos físicos de la zona, conforme al Decreto Ejecutivo N° 3516, Art. 23, Anexo 3. La construcción de la línea base se llevó a cabo mediante el uso de herramientas de SIG, utilizando la plataforma ArcGIS 10.8 y datos obtenidos de diversas fuentes, tales como Alaska Sateññote (ALOS Palsar), y mapas temáticos proporcionados por el MAATE, Instituto Geológico Militar, y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

A continuación, en la segunda etapa, se realizó la interpretación de la cobertura y uso actual del suelo para llevar a cabo la zonificación ecológica del área de estudio, siguiendo los lineamientos del Plan de Manejo del Área de Bosque y Vegetación Protectora Kutukú, Shami (2012-2017) [60].

Este proceso permitió delimitar unidades con características similares, en base a cuatro tipos de zonas:

- ✓ Zonas para protección permanente
- ✓ Zonas para plantaciones forestales
- ✓ Zonas para manejo de bosque nativo
- ✓ Zonas para otros usos

En el caso de las zonas de amortiguamiento, [61] establece zonas para el retiro de contaminantes en corrientes y para el pastoreo, asumiendo que dentro de las zonas de otros usos (mosaicos agropecuarios y pastizales) se realizan dichas actividades, con la siguiente fórmula.

$$Z = X + Y$$

Donde;

- Z: Anchura total del diseño de la zona de amortiguamiento y pastoreo,
- X: Anchura deseada a la madurez de la o las especies seleccionadas para la zona de amortiguamiento; y,
- Y: Tolerancia a erosión expresada en pies/año, multiplicada por el número de años para alcanzar la madurez de la zona de amortiguamiento.

Finalmente, en la tercera etapa, siguiendo la Guía Metodológica del MAATE para la elaboración de planes de manejo de bosques y vegetación protectora, se formularon acciones concretas distribuidas en cuatro programas de gestión. Estos programas abarcan distintas áreas del ecosistema y están orientados a garantizar la conservación, restauración y manejo sostenible de los recursos. Entre los programas se encuentran:

- ✓ Programa de gestión del conocimiento
 - Monitoreo ambiental
 - Proyectos de investigación
- ✓ Programa de gestión ambiental
 - Manejo forestal
- ✓ Programa de gestión interinstitucional
 - o Fortalecimiento organizativo
 - Articulación con actores
- ✓ Programa de gestión productiva

o Producción agropecuaria sostenible

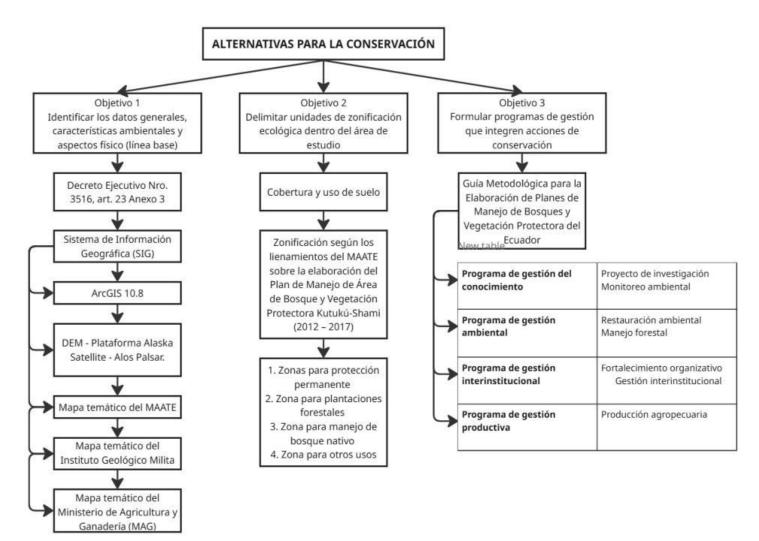


Fig. 2 Diagrama de flujo de la Metodología

1) Metodología para determinar el estudio

El Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, a través del **Decreto Ejecutivo Nro. 3516**, en el **Anexo 3** manifiesta que el expediente mínimo de línea base para la declaratoria de Bosque y Vegetación Protectora debe contener la siguiente información:

- a) Características ambientales
- ✓ Altitud
- ✓ Precipitación
- ✓ Temperatura
- b) Aspectos físicos
- ✓ Sistema hidrográfico
- ✓ Relieve
- ✓ Erosión

- c) Cobertura y uso de suelo
- ✓ Bosque nativo
- ✓ Plantaciones forestales
- ✓ Infraestructura
- ✓ Otros

Para el levantamiento de la línea base se utilizó cartografía temática de fuentes oficiales como el Mapa Temático del MAATE, del Instituto Geológico Militar (IGM) y del MAG. Además, se descargó un modelo digital de elevación (DEM) obtenido de la Plataforma Alaska Satellite con el conjunto de datos de Alos Palsar. La información resultante se procesó a través de ArcGIS 10.8 versión gratuita.

- 2) Criterios de zonificación
- a) Cobertura y uso actual del suelo

Para la zonificación del área que se plantea conservar Bosque Siempreverde Montano Bajo Del Catamayo Alamor situado en la microcuenca alta del río Santa Rosa, se basó en la cobertura y uso de suelo archivo shapefile obtenido del Mapa Temático del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica y procesado en el programa ArcGIS 10.8 versión gratuita.

b) Propuesta de zonificación

El MAATE en el Plan de Manejo de Área de Bosque y Vegetación Protectora Kutukú-Shami (2012 – 2017) y en la Guía Metodológica para la Elaboración de Planes de Manejo de Bosques y Vegetación Protectora del Ecuador se definen las siguientes directrices para la zonificación del BVP:

- ✓ Zonas para protección permanente
- ✓ Zona para plantaciones forestales
- ✓ Zona para manejo de bosque nativo
- ✓ Zona para otros usos

3) Programas de gestión

Para la conservación de los Bosque de Vegetación Protectora (BVP), el MAATE emite los planes de manejo, pero este tipo de iniciativas se enfoca sólo a nivel de perfiles del proyecto. Es por esto que, se desarrollaron los ejes programáticos basados en programas y proyectos distribuidos de la siguiente forma:

Programa de gestión del conocimiento	Proyecto de investigación		
	Monitoreo ambiental		
Programa de gestión ambiental	Restauración ambiental		
	 Manejo forestal Nativo 		
Programa de gestión interinstitucional	 Fortalecimiento organizativo 		
	Gestión interinstitucional		
Programa de gestión productiva	Producción agropecuaria		
	 Ecoturismo 		

Tabla I Ejes programáticos del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

VII. RESULTADOS

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo metodológico, los cuales responden a los objetivos específicos de la investigación, Se detallan los datos generales y ambientales del área de estudio, la zonificación ecológica realizada en función del uso y cobertura actual del suelo, y finalmente, la propuesta de programas de gestión orientados a la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo del Catamayo-Alamor, en la microcuenca alta del río Santa Rosa.

A. Datos generales del área

	os Generales d			
Superficie		355,32	ha	
Ubicación del área	Parroquia	Cantón	Provincia	
	Ayapamba	Atahualpa	El Oro	
Nombre de colindantes	San Juan de	Torata	MoroMoro	
	Cerro Azul			
Rango altitudinal	1600 a 2300 msnm			
Precipitación	1400-1500 mm			
Coordenadas	638342	.89 E	9604750.17 N	
Población	1775			
Hidrografía	Cuenca:	Subcuenca:	Microcuenca:	
	Río Santa	Río Santa	Río Santa Rosa	
	Rosa	Rosa		
Ecosistema	Bosque Siempreverde Montano Bajo del Catan		ano Bajo del Catamay	
	Alamor			
Flora Representativa	Nombr	e común:	Nombre científico:	
	Juglans neotropica		Nogal	
Fauna Representativa	Nombre común:		Nombre científico	
	leopardu	s pardalis	Tigrillo	
Actividades agropecuarias	Ganadería		ría	
	Cultivo (Caña de azúcar)			
Servicios de infraestructura	Agua, energía eléctrica, educación y centro de saluc			
física y social	50% de la población			

Sin servicio o mínimo acceso: agua y centro educativo 50% [58].

Tabla II Datos generales del área

B. Características Ambientales

1) Altitud

Como se observa en Fig. 3 el área de estudio presenta un rango altitudinal que oscila entre los 1600 y 2300 msnm. Esta variación topográfica ha sido representada mediante curvas de nivel generadas a partir de datos cartográficos del IGM, empleando una equidistancia altitudinal de 100m. Se identifican ocho curvas principales con longitudes variables, destacando que la mayor cobertura corresponde a la cota de 1600msnm con 6162,85 m de extensión lineal, seguida por las cotas de 1700 msnm (5046,34m) y 1800 msnm (2944,64m). Las cotas superiores, entre 2100 y 2300 msnm, presentan menor representación espacial, lo cual sugiere una disminución progresiva de superficie conforme aumenta la altitud. Este resultado altitudinal influye directamente en las condiciones climáticas, cobertura vegetal y los procesos ecológicos del ecosistema de bosque siempreverde montano bajo presente en el área.

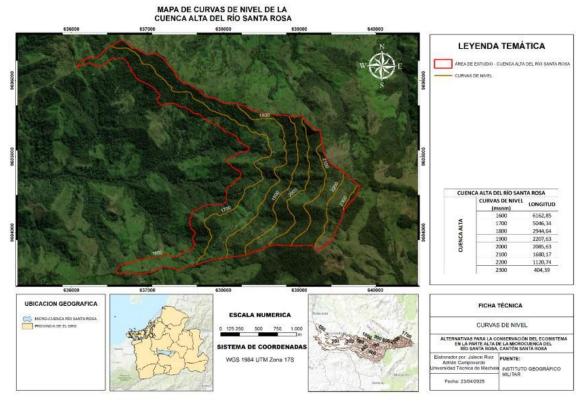


Fig. 3 Mapa de curvas de nivel de la Cuenca del río Santa Rosa

2) Precipitación

El análisis de la precipitación en la parte alta de la microcuenca del río Santa Rosa (ver fig 4.) revela una distribución espacial heterogénea de los niveles pluviométricos anuales. El

área de estudio se encuentra mayoritariamente en la zona de alta intensidad de precipitaciones, correspondiente al rango de 1400 a 1500 mm/año. Esta zona abarca una superficie aproximada de 284,45 ha, lo que presenta la mayor parte del área evaluada. En menor proporción, se identifican sectores con valores de precipitación entre 1300 y 1400 mm/año, los cuales cubren alrededor de 70,87 ha. Esta gradiente pluviométrica evidencia que el ecosistema de la parte alta de la microcuenca se encuentra en un clima húmedo, lo cual favorece el mantenimiento de la cobertura vegetal, la recarga hídrica y el funcionamiento de los procesos ecológicos clave como la regulación del caudal base. Los valores elevados de precipitación también implican una mayor disponibilidad de agua para los usos ecosistémicos y humanos, aunque pueden estar asociados a riesgos de erosión en zonas de pendiente pronunciada si no existen coberturas vegetales adecuadas.

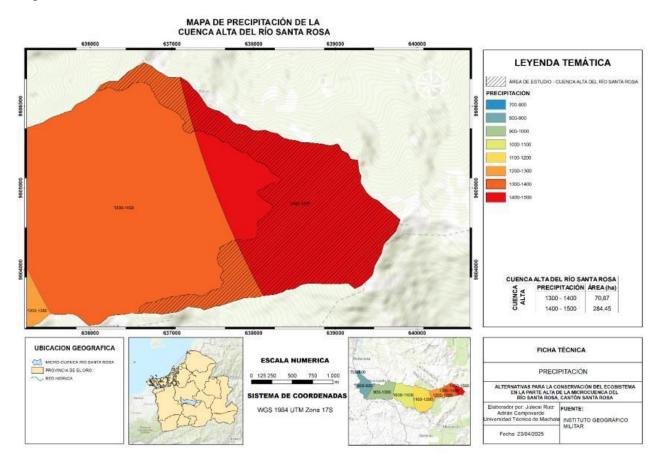


Fig. 4 Mapa de Precipitación de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa

3) Temperatura

El análisis térmico de la parte alta de la cuenca del río Santa Rosa muestra una clara zonificación altitudinal de las temperaturas medias anuales. Las zonas con menor temperatura se encuentran al noreste del área de estudio, donde los valores oscilan entre los 16 y 17 °C. Estas zonas corresponden a área de mayor altitud, lo cual es consistente con el gradiente altitudinal

observado en sistemas montanos. En contraste, las áreas ubicadas hacia el suroeste presentan temperaturas más elevadas, alcanzando valores entre 20 y 21°C, lo que indicada una disminución de la altitud y una mayor exposición a radiación solar.

Las temperaturas moderadas a bajas predominan en la zona tienen implicaciones ecológicas importantes, ya que favorecen la presencia de especies de vegetación adaptadas a climas templados-húmedos, contribuyen a una menor evapotranspiración y permiten una regulación más estable del microclima local. Estos patrones térmicos también son relevantes para la planificación del uso de suelo, ya que determinan la aptitud agroecológica de la zona, así como su vulnerabilidad al cambio climático. La estabilidad térmica en las zonas altas es clave para la conservación de ecosistemas hídricos y de recarga acuífera presenten en la microcuenca.

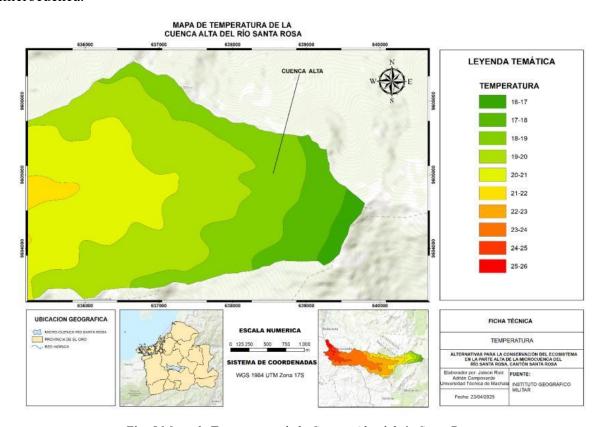


Fig. 5 Mapa de Temperatura de la Cuenca Alta del río Santa Rosa

C. Aspectos físicos

1) Sistema hidrográfico

El sistema hidrográfico de la microcuenca lata del río Santa Rosa (ver fig. 5), constituye un componente estructural en la dinámica ecológica del Bosque Siempre Verde Montano Bajo. El cauce principal es el río Santa Rosa el mismo que se encuentra articulado a un entramado de drenajes menores que confluyen desde diversas vertientes, desempeñando un rol determinante en la regulación hídrica y en el mantenimiento de la conectividad ecológica de la cuenca.

La delimitación espacial evidencia una concentración de tributarios en ambas márgenes del cauce principal, destacando especialmente el aporte de afluentes como la quebrada La Romero y el estero Palma, cuya distribución responde al relieve abrupto y a las condiciones orográficas de la zona. Esta red fluvial, además de su importancia hidrológica, actúa como soporte funcional de procesos ecológicos, como la recarga hídrica, filtración de agua y regulación térmica de los microclimas presentes.

Adicionalmente, la interacción del sistema hídrico con otras microcuencas colindantes, como las del río Calaguro, río Moromoro y río Naranjo, refuerza el carácter interdependiente de los ecosistemas acuáticos y terrestres del lugar. Esta interconectividad requiere ser considerada en toda propuesta de conservación, dado que las alternativas en una microcuenca pueden tener efectos directos o sinérgicos en el balance hídrico regional.

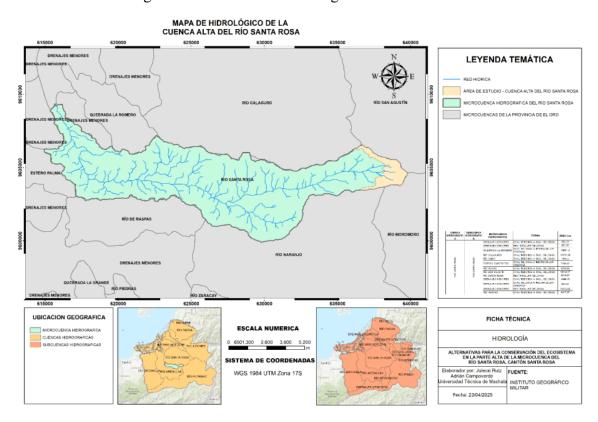


Fig. 6 Mapa Hidrológico de la Cuenca Alta del río Santa Rosa

2) Relieve

El análisis de pendientes en la microcuenca alta del río Santa Rosa (ver fig. 7) revela una morfología fuertemente influenciada por factores tectónicos y erosivos, lo que ha generado un relieve predominante escarpado. Según la clasificación, los sectores con pendientes superiores al 25% (correspondientes a las categorías de escarpado y muy escarpado) ocupan la mayor parte del área de estudio, lo que significa una topografía abrupta y dinámica, propia de zonas montañosas en proceso activo de modelado geológico.

La presencia de estas pendientes pronunciadas condiciona directamente la estabilidad del terreno, incrementando la susceptibilidad a procesos de remoción en masa, erosión hídrica superficial y pérdida de cobertura vegetal en áreas perturbadas. Esta condición topográfica implica retos en la conservación del ecosistema, ya que las intervenciones antrópicas en laderas inestables pueden intensificar los procesos de degradación del suelo, afectar la recarga hídrica y modificar patrones de escorrentía.

En contraste, las zonas catalogadas como suavemente inclinadas e inclinadas, que representan una proporción menor dentro del área total, se localizan principalmente en sectores intermedios o de transición. Estas áreas, por su menor grado de pendiente, presentan una mayor aptitud para el establecimiento de coberturas vegetales permanentes y prácticas de conservación in situ, siendo estratégicas para el diseño de medidas de manejo sostenible del paisaje.

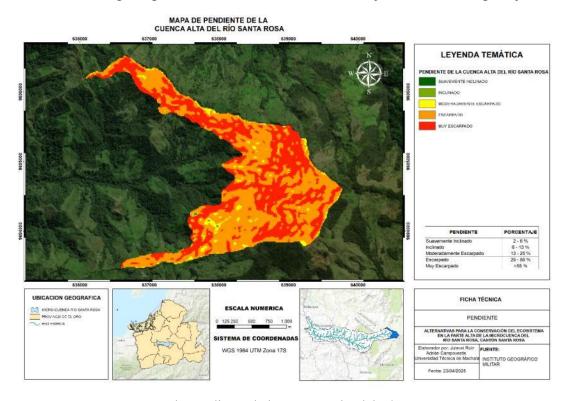


Fig. 7 Mapa de Pendiente de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa

La caracterización morfométrica de la pendiente constituye una herramienta para la zonificación de la microcuenca dentro del área de estudio. Además, permite anticipar áreas críticas que requieren intervenciones orientadas al control de erosión, restauración de cobertura vegetal y limitación de actividades extractivas o agropecuarias no planificadas.

3) Erosión

La microcuenca presenta tres niveles de susceptibilidad a la erosión: alta (>70%), media a alta (>40%) y media (>12%). La mayor parte del área evaluada, correspondiente a la porción central y occidental de la microcuenca, se encuentra categorizada como de alta susceptibilidad

a la erosión. Esta condición indica un riesgo elevado de pérdida de suelo, lo cual puede atribuirse a factores como la pendiente pronunciada del terreno, la cobertura vegetal reducida y prácticas antrópicas no sostenibles.

En menor proporción, se identifican áreas con susceptibilidad media a alta, ubicadas principalmente en la parte sur de la microcuenca, las cuales, si bien presentan un riesgo menor que las zonas críticas, también requieren medidas de manejo para evitar su degradación progresiva. Por otro lado, la zona oriental, corresponde a sectores con susceptibilidad media. Estas áreas, al presentar condiciones relativamente más estables, podrían ser prioritarias para implementar prácticas de conservación preventiva, con el objetivo de mantener su estabilidad ecológica a largo plazo.

Este resultado evidencia la necesidad de implementar alternativas de conservación específicas en los sectores más vulnerables de la microcuenca alta del río Santa Rosa, reforzando el vínculo entre los estudios técnicos y la gestión participativa del territorio. El mapa de erosión no solo proporciona una visión clara del estado actual del suelo, sino que también orienta la planificación de intervenciones futuras que promuevan la resiliencia ecológica y la sostenibilidad del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo.

MAPA DE EROSIÓN DEL SUELO EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO SANTA ROSA

Fig. 8 Mapa de Erosión del Suelo en la Cuenca Alta del río Santa Rosa

D. Cobertura y uso de suelo

El análisis de la cobertura y uso de suelo del área de estudio evidencia una clara dominancia del bosque nativo, el cual se extiende sobre una superficie de 176,1 ha, representado aproximadamente el 50,1% del área total. Esta cobertura constituye un reservorio clave de

biodiversidad y cumplen roles importantes como el mantenimiento de los procesos ecológicos locales.

En segundo lugar, se identifica una alta proporción de pastizales, con una extensión de 158,6 ha, equivalentes al 45,1% del área de estudio. Esta cobertura está asociada, en muchos casos a actividades ganaderas de pequeña escala. No obstante, su presencia sobre zonas de fuerte pendiente o con escasa cobertura vegetal puede conllevar procesos de compactación del suelo, pérdida de materia orgánico y disminución de la capacidad de infiltración

El mosaico agropecuario, que comprende áreas donde coexisten cultivos y espacios intervenidos para uso agrícola o pecuario, abarca 17,5 ha, representado un 5% del territorio analizado. Esta categoría implica una mayor presión antrópica sobre el ecosistema, y requiere estrategias de manejo sostenible que minimicen la fragmentación del paisaje y eviten la expansión no planificada sobre áreas sensibles.

Finalmente, la vegetación arbustiva y herbácea ocupa una superficie de 3,2 ha (0.9%), distribuyéndose de manera dispersa. Estas coberturas pueden representar estados de transición ecológica, ya sea por procesos de regeneración natural o por abandono de áreas previamente intervenidas.

Este patrón de uso del suelo revela la coexistencia de ecosistemas relativamente conservados con usos productivos de diverso impacto. La información obtenida contribuye para establecer propuestas de zonificación ambiental que orienten acciones de conservación, restauración ecológica y aprovechamiento sostenible del territorio.

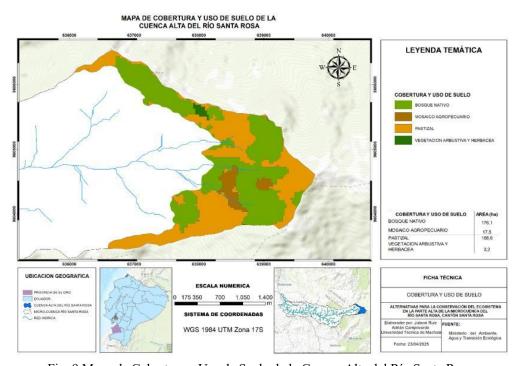


Fig. 9 Mapa de Cobertura y Uso de Suelo de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa

3) Unidades de zonificación ecológica

El área de estudio tiene una extensión geográfica de hectáreas, mismas que, de acuerdo con la zonificación de cobertura y uso de suelo actual se distribuyen en una altitud entre 1 600 a 2 300 m.s.n.m., en zonas de protección permanente, zona para manejo de bosque nativo, zona para otros usos y zonas de amortiguamiento (Ver **Figura 10**).

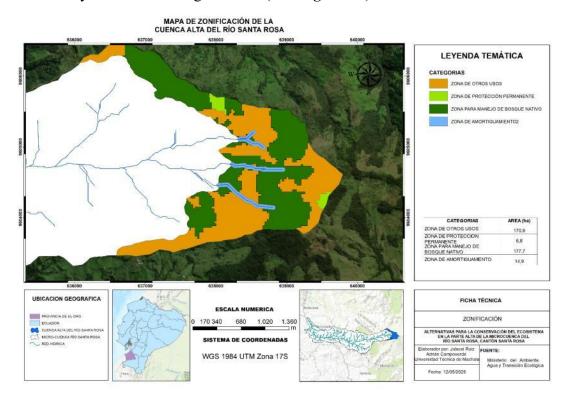


Fig. 10 Mapa de Zonificación Ecológica de la Cuenca Alta del río Santa Rosa

Criterios de zonificación

A) Zonas de protección permanente

Son zonas con ecosistemas frágiles que necesitan protección absoluta; es decir, no se permiten modificaciones. Adicionalmente, su ubicación es estratégica para garantizar la conservación de recursos y la protección de ecosistemas importantes [60].

De acuerdo con la zonificación planteada, en la Microcuenca Alta del río Santa Rosa, alrededor de 6,78 hectáreas corresponden a zonas de protección permanente debido a que son territorios donde se asienta el bosque siempreverde montano bajo de Catamayo – Alamor, BsBn05 [62] y pequeñas comunidades de vegetación arbustiva y herbácea. Este ecosistema tiene un bioclima entre húmedo e hiper-húmedo.

Especies diagnósticas

Nombre científico	Nombre común	Rango altitudinal	Categorías de amenaza UICN
Abatia parviflora	Duraznillo	1 600 a 2 200	LC
Alchornea glandulosa	Tapia-guazú	m.s.n.m.	LC
Bactris setulosa	Piganá	-	NT
Escallonia pendula	Macle	-	LC
Guarea kunthiana	Guamarón	-	LC
Inga ingoides	Pacay	-	LC
Iriartea deltoidea	Barrigona	-	LC
Panopsis polystachya	Yaguero-pepon	-	LC
Saurauia tambensis	-		EN
Siparuna lepidota	Limoncillo	-	LC

UICN: IUCN Red List of Threatened Species: LC – Preocupación menor, NT: No amenazada, EN: En peligro.

Tabla III Especies diagnósticas del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor La zona de protección permanente incluye los cursos de agua permanente.

B) Zona para manejo de bosque nativo

Son zonas con vegetación nativa forestal que no se encuentran dentro de las zonas de protección permanente ni de la zona de conversión legal, pero estará destinada a un manejo forestal sostenible [60]

De acuerdo con la zonificación propuesta, alrededor de 177,67 hectáreas se destinan para manejo de bosque nativo, con las siguientes especificaciones generales de [60].

Para el aprovechamiento del bosque se promoverá la obtención de permisos del MAATE referentes al uso y manejo forestal y la elaboración de planes de aprovechamiento forestal.

Conservar la biodiversidad del bosque nativo.

Se prohíbe la tala y caza de especies nativas; o, que estén prohibidas explícitamente por normativa legal aplicable y nacional.

En caso de que haya madera comercial, se implementarán centros de acopio, evitando intermediarios.

C) Zona para otros usos

Son zonas que no presentan coberturas de bosque nativo destinados a tierras agropecuarias, actividades antrópicas e infraestructura, entre otros fines.

De acuerdo con la zonificación propuesta, alrededor de 170,87 hectáreas se destinan para otros usos que incluyen el manejo de tierras agropecuarias, infraestructura y otras actividades antrópicas, etc. Sin embargo, según [60] estas zonas suelen estar ocupadas por asentamientos humanos acompañados de actividades productivas, y con las siguientes actividades permitidas:

- Incentivar la infraestructura para uso comunitario.
- Promover proyectos turísticos como impulso del desarrollo familiar y comunitario.
- Manejo de residuos sólidos
- Impulsar microempresas y pequeños comercios de diversa índole
- Siembra, cultivo y uso de especies productivas.
- Incentivar la investigación en la zona y que se incluya a la comunidad local.

Dentro de esta zona, las actividades antrópicas se focalizan en pastizales y mosaicos agropecuarios para ganadería.

D) Zonas de amortiguamiento

Son zonas que permiten recuperar los beneficios del ecosistema a través de la restauración parcial de sus servicios ambientales.

De acuerdo con la zonificación propuesta, alrededor de 14,9 hectáreas se destinarán para las zonas de amortiguamiento, las cuales estarán diseñadas en los cauces que mantienen un contacto directo con las zonas para otros usos (pastizales y mosaicos agropecuarios, tierras destinadas a la ganadería y cultivos).

Retiro de contaminantes en corrientes

Según [61] estas zonas de amortiguamiento mejoran los procesos del curso del agua que retiran los contaminantes transportados.

1. Selección de especie

Las especies para la zona de amortiguamiento deben ser las especies diagnósticas identificadas en la zona de protección permanente; especialmente aquellas que requieren un mayor esfuerzo de conservación tal como *Saurauia tambensis* o, especies como *Abatia parviflora* que han sufrido un desplazamiento de su hábitat.

2. Retiro de sedimentos

Los sedimentos capturados en la zona de amortiguamiento pueden producir flujos concentrados, por lo que se debe evitar la formación de zanjas o bermas por arado o deposición [61]. Las especies deben ser podadas periódicamente.

Zona de amortiguamiento para pastoreo

Para determinar el ancho de la zona de amortiguamiento se consideró la actividad antrópica y los efectos que ejercen sobre el ecosistema y loa cauces, con los siguientes datos:

- Tasa de erosión: 2 pies/año
- Número de años para madurez de la zona de amortiguamiento: 1 año
- Anchura deseada a la madurez: 90 pies

Con esto se estimó que, la anchura de la zona de amortiguamiento es de 92 pies o 28.04 metros.

3. EJES PROGRAMÁTICOS

Las siguientes líneas de acción inmediata son a mediano plazo como parte de gestión del territorio y, en caso de ejecutarse, será como líneas piloto de ejecución para garantizar su replicación en otras comunidades.

1. Programa de gestión del conocimiento

A) Perfil del proyecto de investigación

La investigación que puede realizarse en el sitio puede incluir al campo biológico, así como aquellos relacionados a sus servicios ecosistémicos, la capacidad de carga, nivel de deforestación y el manejo de los recursos hídricos, en toda el área. Para este perfil, se establecen las actividades contempladas en la **Tabla No. IV**

Título:

Investigación aplicada a la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor

Objetivo:

1. Impulsar el desarrollo de investigaciones sobre los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, así como aquellas que aporten a la conservación y al manejo del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Indicadores generales:

• Número de investigaciones desarrolladas anualmente.

Actividades:

- 1. Implementación de convenios y/o acuerdos institucionales
- 2. Seguimiento y evaluación a las investigaciones desarrolladas anualmente.

Actores claves:

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
- Universidad Técnica de Machala y/u otras universidades y centros de investigación.
- Organizaciones no gubernamentales, empresas privadas o cooperantes.

Potenciales proyectos de investigación:

- 1. Valoración de los servicios ecosistémicos.
- 2. Identificación y levantamiento de información sobre las especies de flora y fauna en el área.
- 3. Manejo y gestión del recurso hídrico.
- 4. Manejo y gestión del recurso suelo.
- 5. Manejo y gestión de la biodiversidad

Tabla IV Perfil del proyecto de investigación

B) Perfil del monitoreo ambiental

El monitoreo ambiental permitirá definir y evaluar el estado actual en el que se encuentra el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor. Además, estableciendo como primera línea la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental, permite el registro de las tendencias de conservación en el área a través del análisis de los componentes físicos y bióticos tales como: calidad del agua, suelo y aire, fauna, flora y biodiversidad. A continuación, se plantea el perfil para el monitoreo ambiental del área, en la **Tabla No. V.**

Título:

Monitoreo ambiental en el Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Objetivo:

- 1. Definir los indicadores que evalúen el estado de los componentes físicos y bióticos del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor.
- 2. Dar seguimiento a los indicadores que evalúan el estado de los componentes físicos (agua, suelo y aire) y bióticos (flora y fauna) del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo Alamor.

Indicadores generales:

• Datos levantados in situ sobre el Plan de Monitoreo Ambiental (incluyendo las coordenadas de los puntos de muestreo para cada componente físico y biótico).

Actividades:

- Elaborar un Plan de Monitoreo Ambiental para el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.
- 2. Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y uso de suelo en el área.
- 3. Análisis de las tendencias de deforestación y otros impactos en el área.

Actores claves:

• Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

- Universidad Técnica de Machala y/u otras universidades y centros de investigación.
- Organizaciones no gubernamentales, empresas privadas o cooperantes.

Tabla V Perfil de monitoreo ambiental

2. Programa de gestión ambiental

A) Perfil del manejo forestal

El manejo forestal permite aprovechar de forma sustentable, sostenible y legal los recursos forestales existente en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor para optimizar los recursos humanos y financieros, en caso de haberse, impulsado en conjunto con la comunidad. Las actividades generales para realizarse se detallan en la **Tabla No. VI.**

Título:

Perfil del proyecto piloto de manejo forestal en el Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Objetivo:

1. Impulsar el manejo sustentable, sostenible y legal de los recursos forestales existentes en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Indicadores generales:

- Planes de aprovechamiento forestal
- Registros de capacitación sobre la elaboración de los planes de manejo forestal
- Convenios y acuerdos sobre el comercio legal de los recursos forestales (madera).

Actividades:

- 1. Zonificación del área de manejo forestal
- 2. Identificación de la o las comunidades aledañas con las cuáles se puede trabajar los planes de manejo forestal
- 3. Capacitaciones sobre el manejo y la gestión de los recursos forestales a las comunidades aledañas
- 4. Establecimiento de los planes de aprovechamiento forestal y verificación en campo de su aplicación
- 5. Informes sobre los sitios potenciales en dónde se debe continuar con la iniciativa para el manejo forestal de toda el área de bosque nativo.

Actores claves:

 Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Dirección Nacional Forestal de la zona 7.

- Universidad Técnica de Machala y/u otras universidades y centros de investigación.
- Organizaciones no gubernamentales, empresas privadas o cooperantes.

Tabla VI Perfil del proyecto de manejo forestal (piloto)

3. Programa de Gestión Interinstitucional

Este programa busca mejorar los mecanismos de administración y gestión para el Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor y proyectarlo ante la sociedad e instituciones que puedan y deseen involucrarse durante los procesos de gestión o la ejecución de los demás programas y proyectos actuales y a futuro.

Título:

Fortalecimiento de la gestión interinstitucional para el manejo y ejecución de programas y proyectos de los ejes programáticos en el Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Objetivo:

 Agilizar la ejecución de los programas y proyectos de los ejes programáticos planteados para el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor, con base en acuerdos o en gestiones con instituciones público / privadas o actores de interés.

Indicadores generales:

- Propuesta de conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor, ejes programáticos.
- Cartas de compromiso o de apoyo a la ejecución de los programas y proyectos piloto planteados en los ejes programáticos.

Actividades:

- 1. Capacitaciones sobre temas de gestión institucional
- 2. Talleres y mesas de trabajo con instituciones aliadas o actores de interés
- 3. Cartas de compromiso o de apoyo a la ejecución de los programas y proyectos piloto planteados en los ejes programáticos.

Actores claves:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesa, Dirección Zonal 7.
- Ministerio de Producción.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, Dirección zonal 7.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro.

- Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de Atahualpa.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de Santa Rosa.
- Universidad Técnica de Machala y/u otras universidades y centros de investigación.
- Organizaciones no gubernamentales, empresas privadas o cooperantes.

Tabla VII Perfil de proyecto gestión interinstitucional

4. Programa de Gestión Productiva

A) Proyecto de producción agropecuaria

Alrededor de ha están destinadas a pastizales y mosaicos agropecuarios en el Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor, por lo que, es imprescindible fomentar procesos de producción agropecuaria sostenibles y sustentables para que estas no alteren significativamente al bosque y a sus servicios ecosistémicos.

Título:

Fortalecimiento de las actividades agropecuarias y los pastizales existentes en el Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

Objetivo:

2. Fomentar el manejo sostenible de los recursos naturales existentes en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor que estén cercanos a las áreas de pastizales o mosaicos agropecuarios.

Indicadores generales:

- Planes participativos para fomentar la producción agropecuaria sostenible y sustentable.
- Capacitaciones sobre producción agropecuaria y pastizales para la comunidad aledaña en áreas de pastizales y/o mosaicos agropecuarios.

Actividades:

- Zonificación para los pastizales y mosaicos agropecuarios como "Zona de otros usos" y las zonas de amortiguamiento respectivas.
- 2. Elaboración del plan de fomento agropecuario sostenible y sustentable.
- 3. Identificación de fincas piloto para aplicar el plan de fomento agropecuario sostenible y sustentable.
- 4. Diseño del plan piloto: diversificación de cultivos agrícolas y buenas prácticas de producción agropecuaria.

- 5. Elaboración del Plan de Capacitación Anual para los finqueros del plan piloto sobre el manejo y gestión de cultivos de ciclo corto, crianza de animales menores, producción acuícola y agropecuaria, y sobre la comercialización de productos.
- 6. Ejecución del Plan de Capacitación Anual.
- 7. Ejecución del Plan Piloto para el Fomento Agropecuario Sostenible y Sustentable.

Actores claves:

- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesa, Dirección Zonal 7.
- Ministerio de Producción.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de Atahualpa.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Cantonal de Santa Rosa.
- Universidad Técnica de Machala y/u otras universidades y centros de investigación.
- Organizaciones no gubernamentales, empresas privadas o cooperantes.

Tabla VIII Perfil del proyecto de producción agropecuaria

DISCUSIÓN

Identificar en un estudio la línea base física y ambiental de la microcuenca alta del río Santa Rosa permite identificar condiciones biofísicas que condicionan tanto la dinámica ecológica como las posibilidades de intervención sustentable del territorio. La altitud, con un rango que oscila entre los 1000 y 2600 m s.n.m., determina la presencia de un gradiente ecológico característico del Bosque Siempreverde Montano Bajo, lo cual influye directamente en la disponibilidad hídrica, la diversidad de hábitats y las condiciones microclimáticas [63]. Este gradiente altitudinal, sumado a las temperaturas promedio entre 16 y 19 °C, sustenta una alta heterogeneidad ecológica y permite procesos de regulación térmica esenciales para los servicios ecosistémicos locales.

La precipitación anual registrada entre 1300 y 1500 mm ubica al área dentro de una zona de humedad intermedia, suficiente para mantener la cobertura boscosa nativa, aunque también susceptible a impactos si se reducen las coberturas vegetales [64]. En este contexto, el sistema hidrográfico presenta una densa red de drenaje dominada por el río Santa Rosa y múltiples tributarios como la quebrada La Romero y el estero Palma, los cuales refuerzan la regulación hídrica, la recarga subterránea y la conectividad entre ecosistemas acuáticos y terrestres [65]. Esta conectividad no solo cumple una función ecológica, sino que es estratégica para la resiliencia del sistema ante el cambio climático.

La topografía abrupta, con más del 50% del territorio sobre pendientes superiores al 25%, representa un factor de presión natural que incrementa la susceptibilidad a la erosión, especialmente en zonas con menor cobertura vegetal. La susceptibilidad revela que más del 70% del área se encuentra en niveles altos de riesgo erosivo, lo cual coincide con las condiciones físicas del suelo y los patrones de uso actual [66]. Esta condición exige que cualquier propuesta de uso del suelo considere medidas de conservación de suelos y restauración ecológica como prioridad.

La cobertura y uso del suelo reflejan una coexistencia entre ecosistemas naturales y usos antrópicos. La presencia del bosque nativo (50,1%) constituye un bastión clave para la biodiversidad y el ciclo hidrológico, mientras que los pastizales (45,1%) y el mosaico agropecuario (5%) reflejan un avance paulatino de actividades productivas sobre zonas ambientalmente sensibles. En pendientes pronunciadas, estas actividades generan compactación, pérdida de materia orgánica y disminución de la infiltración, lo que intensifica los procesos de erosión y afecta la calidad del agua en los drenajes aguas abajo [67]. La zonificación propuesta para la Microcuenca alta del río Santa Rosa, enfocada en el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor se clasifica en zona de protección

permanente (6,78 ha), zona para manejo de bosque nativo (177,67 ha), zona de otros usos (170,87) y zonas de amortiguamiento (14,9 ha). Esta propuesta se realizó considerando los esquemas planteados en el Bosque y Vegetación Protectora Kutukú-Shami por [57], como un mecanismo de conservación y protección al ecosistema bosque del lugar.

Para la zona de protección permanente se consideró que el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor tiene un bioclima entre húmedo e hiper-húmedo que, constitucionalmente a nivel nacional, se considera como un ecosistema frágil y se encontró una especie en peligro de extinción, *Saurauia tambensis*. Además, se incluyó una zona de amortiguamiento en los cauces que intersecan con el área zonificada con un enfoque de eliminar contaminantes y para pastoreo de acuerdo con el uso de suelo actual en el área. Mientras que, para la zona de manejo de bosque nativo se consideró el aprovechamiento de recursos forestales de forma sostenible y sustentable; en contraste con la zona para otros usos, la cuál es una superficie destinada específicamente para aprovechamiento agropecuario.

En cuanto a zonificaciones, en el trabajo de [68] se enfoca únicamente en la caracterización de la oferta turística como un potencial para la zonificación de la Parroquia de Pacto, debido al atractivo natural intentando conservar las áreas menos intervenidas del lugar. Pero, por otro lado, en la desembocadura del río Mizata, La Libertad, se zonificó de acuerdo con el uso de suelo incluyendo las zonas de uso turístico. Eso permitió identificar el cambio en el uso de suelo y cómo las actividades antrópicas presentan un impacto sobre la vegetación natural, por lo que, el zonificar áreas con potencial de conservación, contribuye a la protección y recuperación de ecosistemas intervenidos y sus servicios ecosistémicos.

Mientras que, [68] prioriza la zonificación basada en la cobertura y uso de suelo del lugar para tener el estado actual de conservación de un ecosistema mediante un análisis multitemporal que permitió identificar las actividades antrópicas que desplazaban al ecosistema de matorral seco montano que se pretende conservar.

El programa de gestión del conocimiento de este trabajo está enfocado en proyectos de investigación y en el monitoreo ambiental; de los cuales, el primero busca impulsar el desarrollo de investigaciones sobre los recursos naturales y sus servicios ecosistémicos, mientras que el segundo busca definir indicadores que permitan dar seguimiento al estado de los componentes físicos y bióticos del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

En el trabajo de [69] enfocado en el manejo de ecosistemas marino-costeros, el programa de gestión del conocimiento engloba cursos, talleres, pasantías, escuelas de campo y mesas de trabajo con las comunidades más cercanas. Mientras que, [57] fomenta el trabajo con la comunidad universitaria para impulsar la investigación mediante un Plan de Investigaciones

alineado con convenios y acuerdos con diversas instituciones. Es decir, sea el enfoque que se plante, deberá estar en pro a la conservación del lugar y brindar aportes científicos para establecer estrategias según las lecciones aprendidas durante la implementación del proyecto piloto.

El programa de gestión ambiental de este trabajo está enfocado en el manejo forestal sustentable, sostenible y legal del recurso forestal existente en la Microcuenca alta del río Santa Rosa, específicamente sobre el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor.

En el trabajo de [60] se propone trabajar con programas de aprovechamiento forestal para bosques nativos e incluye actividades como la identificación de fincas que puedan o deseen adjudicar sus tierras bajo las competencias del MAATE, aquellas que puedan o deseen emprender procesos de comercialización legal de los recursos maderables, ente otros. Por otro lado, [70] afirma que, a pesar de solicitar y/o tener los permisos correspondientes para el aprovechamiento y manejo forestal, se debe realizar un estudio de viabilidad para otorgar las licencias de aprovechamiento forestal y evitar el desplazamiento de remanentes bosques o alterar la diversidad arbórea que pueda existir en un lugar.

Esto se alinea con lo expuesto por [71] ya que menciona que la intervención bajo el enfoque de manejo forestal tiene efectos significativos sobre la estructura y diversidad florística para la regeneración natural de otras especies y promueve el establecimiento de especies pioneras.

La incorporación del Programa de Gestión Interinstitucional en el Plan de Manejo Ambiental responde a la necesidad crítica de generar una gobernanza colaborativa que permita la articulación de múltiples actores con competencias complementarias en el territorio. Dado que el ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor se encuentra influenciado por dinámicas sociales, productivas y ecológicas complejas, su manejo no puede depender de una sola institución. En este sentido, el fortalecimiento de capacidades institucionales y la generación de acuerdos formales —a través de cartas de compromiso, mesas de trabajo y capacitaciones— constituyen una estrategia clave para garantizar la sostenibilidad y continuidad de los proyectos ambientales y productivos en la zona

Este enfoque de gestión compartida permite reducir la fragmentación institucional y promover sinergias, en línea con lo planteado por la gestión integrada de los recursos naturales, la cual recomienda la articulación entre niveles de gobierno, academia, sociedad civil y sector privado [72]. La presencia de actores como los gobiernos autónomos descentralizados, universidades y ministerios sectoriales, favorece una ejecución más eficiente de los programas

planteados en los ejes del plan, así como la posibilidad de escalar buenas prácticas hacia otras microcuencas y zonas colindantes.

Por otro lado, el Programa de Gestión Productiva, y en particular el proyecto de fortalecimiento agropecuario representa una propuesta estratégica para abordar los conflictos de uso del suelo identificados durante la caracterización de la línea base. El diagnóstico revela una amplia cobertura de pastizales (45,1%) y mosaicos agropecuarios (5%), lo que evidencia una presión significativa sobre los ecosistemas nativos. Ante esta situación, el fomento de prácticas productivas sostenibles se plantea no solo como una alternativa económica, sino como una vía para la conservación funcional del ecosistema (Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. *Editorial Nordan-Comunidad*).

La zonificación de áreas de uso agropecuario y la implementación de fincas piloto bajo modelos de diversificación agrícola y buenas prácticas agroecológicas son coherentes con los principios de manejo adaptativo y restauración productiva del paisaje. La inclusión de un plan de capacitación anual para finqueros es clave, dado que muchos de los impactos negativos actuales están vinculados al desconocimiento técnico o a la falta de acceso a tecnologías sostenibles.

Ambos programas, por tanto, no solo abordan aspectos técnicos de la gestión ambiental y productiva, sino que promueven una visión integradora del territorio. El éxito de su implementación dependerá de la voluntad política, la participación activa de las comunidades y la capacidad de las instituciones para sostener compromisos a mediano y largo plazo. En última instancia, esta integración entre gobernanza interinstitucional y producción sostenible es indispensable para conservar los servicios ecosistémicos del Bosque Siempreverde Montano Bajo y garantizar el bienestar de las poblaciones humanas que dependen de él.

CONCLUSIONES

El levantamiento de la línea base permitió caracterizar de manera integral el estado actual del Ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor, evidenciando una notable presión sobre sus recursos naturales, en especial por actividades agropecuarias no planificadas, cambios en el uso del suelo y la falta de articulación institucional. La identificación de componentes físicos, bióticos, socioeconómicos y culturales, proporcionó insumos fundamentales para la formulación de los ejes programáticos del plan de manejo ambiental. Esta línea base evidencia la situación actual del ecosistema, así como establece un punto de referencia técnico para evaluar la efectividad de las futuras intervenciones y estrategias de conservación.

La zonificación propuesta está enfocada en la conservación del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor y presenta las siguientes zonas: zona de protección estricta, zona de manejo forestal nativo, zona de otros usos y las zonas de amortiguamiento con enfoque al pastoreo y eliminación de contaminantes en cursos de agua. El objetivo de zonificar basado en la cobertura y uso de suelo es impulsar dichas coberturas de forma sustentable y sostenible, a pesar de no incluirse una zona para fines turísticos.

Si bien los ejes programáticos no reemplazan un plan de manejo del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor, estos son un mecanismo de conservación que permite establecer programas y proyectos piloto en base a la investigación, el monitoreo ambiental, el apoyo comunitario y la gobernanza, así como del impulso de las actividades antrópicas que se realicen en el sector. Con esta línea base lo que se busca es que, al implementarse, brinden información crucial sobre las medidas o actividades ejecutadas y cómo estas aportan hacia el pro de la conservación del ecosistema y que, una vez evaluadas, si se determina que no contribuyen a cumplir los objetivos planteados, sean modificadas o removidas como parte de las lecciones aprendidas.

La implementación de los Programas de Gestión Interinstitucional y de Gestión Productiva representa una estrategia clave para garantizar la sostenibilidad del ecosistema Bosque Siempreverde Montano Bajo de Catamayo – Alamor. El primero busca consolidar alianzas entre actores públicos, privados, académicos y comunitarios para fortalecer la ejecución coordinada de los ejes programáticos, mientras que el segundo promueve prácticas agropecuarias sostenibles que disminuyan la presión sobre el bosque y mejoren los medios de vida de las poblaciones locales. En conjunto, ambos programas demuestran la importancia de la gobernanza colaborativa y la transición hacia modelos productivos compatibles con la conservación, facilitando una gestión más eficaz y resiliente del territorio.

RECOMENDACIONES

- En caso de que hubiere o se deseen implementar zonas turísticas, estas zonas deberán incluirse en la zonificación propuesta con criterios técnicos para el establecimiento de los ejes programáticos que impulsen su desarrollo a través de actividades en un proyecto único para turismo.
- Fortalecer los mecanismos de gobernanza participativa, mediante la institucionalización de mesas intersectoriales permanentes que permitan articular acciones entre los gobiernos locales, ministerios competentes, universidades y comunidades, asegurando la continuidad en la ejecución del plan de manejo ambiental.
- Desarrollar e implementar sistemas de monitoreo y evaluación participativa para los proyectos productivos sostenibles, con énfasis en indicadores socioambientales, de manera que se garantice la conservación de los servicios ecosistémicos y se promueva la mejora progresiva de las prácticas agropecuarias en las zonas de amortiguamiento.

Referencias bibliográficas

- [1] J. Maldonado and R. Moreno, "Servicios ecosistémicos y biodiversidad en América Latina y el Caribe," Jun. 2023. [Online]. Available: https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots.
- [2] J. Granja, ""DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ECOSISTÉMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE PROVISIÓN EN EL ECUADOR," Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2022.
- [3] M. Poma, D. Poma, L. Guaman, C. Chuncho, O. Juela, and C. Benavidez, "Distribución potencial de ecosistemas de la Zona Sur del Ecuador: modelización desde un enfoque correlativo.," *Revista de Estudios Andaluces*, no. 48, pp. 8–32, 2024, doi: 10.12795/rea.2024.i48.01.
- [4] Y. Molina, "La Reforestación como Estrategia Ambiental para la Conservación de ríos y quebradas," *Revista Scientific*, vol. 4, no. 13, pp. 182–199, 2019.
- [5] I. Kapelista, I. Shymkova, O. Marushchak, V. Hlukhaniuk, and I. Krasylnykova, "The role of education in sustainable development: training for effective public administration and development of environmental and food security," *Salud, Ciencia y Tecnologia Serie de Conferencias*, vol. 3, p. 1, May 2024, doi: 10.56294/sctconf2024665.
- [6] Aguirre Zhofre, "BIODIVERSIDAD ECUATORIANA...ESTRATEGIAS,
 HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS PARA SU MANEJO Y CONSERVACIÓN,"
 Loja, 2024.
- [7] H. Cedillo *et al.*, "Influence of climate on the composition, diversity, biomass and functional traits of tree vegetation of two Andean montane tropical forests.," *Ecologia Austral*, vol. 33, no. 3, Dec. 2023, doi: 10.25260/EA.23.33.3.0.2152.
- [8] M. Tapia, J. Homeier, C. Espinosa, C. Leuschner, and M. De La Cruz, "Deforestation and forest fragmentation in south Ecuador since the 1970s Losing a hotspot of biodiversity," *PLoS One*, no. 9, Sep. 2015, doi: 10.1371/journal.pone.0133701.
- [9] Ministerio del Ambiente, "Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biologica," 2015.
- [10] C. Rojas and C. Zuñiga, "Análisis de la actividad de carguío y transporte en minería artesanal en 'El Guayabo', Ecuador," *Investigacion y Desarrollo FIGEMPA*, vol. 14, Jul. 2022, doi: 10.29166/revfig.v14i2.3854.

- [11] W. Buytaert *et al.*, "Impacto humano en la hidrología de los páramos andinos," *SciencieDirect*, vol. 79, no. 1–2, pp. 53–72, Nov. 2006, doi: 10.1016/j.earscirev.2006.06.002.
- [12] UNESCO, "La llamada del bosque," 2023. [Online]. Available: https://es.unesco.org/open-access/terms-
- [13] S. Seger, "Naturaleza Concepciones, seres, saberes y sentidos en Íntag," Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2020.
- [14] F. Drenkhan and Castro Sofía, "An Approach Towards Water Security in the Tropical Andes: Challenges and Perspectives," *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, no. 12, Jul. 2023, doi: 10.18800/kawsaypacha.202302.A006.
- [15] "HOTSPOT DE BIODIVERSIDAD DE LOS ANDES TROPICALES," Jun. 2021.
- [16] K. Zambrano, "Fragmentos urbanos de bosque montano alto y potenciales efectos del cambio de cobertura de la tierra en la reserva de carbono orgánico del suelo en un escenario de transición urbana: caso suroccidente de Quito," Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2023.
- [17] "Atahualpa amplía su Área de Conservación." [Online]. Available: https://www.natureandculture.org/es/directorio/atahualpa-amplia-su-area-de-conservacion/
- [18] J. Granja, "DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ECOSISTÉMICA DE LOS SERVICIOS AMBIENTALES DE PROVISIÓN EN EL ECUADOR," Riobamba, 2022.
- [19] R. Bussmann, "Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso," *Rev Peru Biol*, vol. 12, no. 2, pp. 203–216, 2005, [Online]. Available: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm
- [20] G. Viteri, "CONECTIVIDAD DE LOS ECOSISTEMAS DE ECUADOR CONTINENTAL," Quito, 2017.
- [21] Y. Li, P. M. Brando, D. C. Morton, D. M. Lawrence, H. Yang, and J. T. Randerson, "Deforestation-induced climate change reduces carbon storage in remaining tropical forests," *Nat Commun*, vol. 13, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1038/s41467-022-29601-0.
- [22] D. Vistín and D. Espinoza, "Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador," *Ciencias Técnicas y Aplicadas*, vol. 7, pp. 1406–1430, Oct. 2021, doi: 10.23857/dc.v7i6.2401.
- [23] R. Galeas and J. Guevara, "Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental," Quito, 2012.

- [24] D. Poma, "Modelamiento correlativo de la distribución potencial de ecosistemas de la provincia de Loja periodo 1970-2080: potenciales cambios bajo un contexto de cambio climático," Universidad Nacional de Loja, Loja, 2023.
- [25] J. Lema, A. Porras, M. Guerrero, and M. Chaluisa, "Estructura y composición floristica en el bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes en el sector La Esperanza, parroquia El Tingo, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi a los 2000 msnm," *Ciencias tecnicas y aplicadas*, vol. 7, pp. 398–418, Sep. 2021, doi: 10.23857/dc.v7i3.2000.
- [26] R. Galeas and J. Guevara, "Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental," Quito, 2012.
- [27] C. Garzon, J. Sanchez, P. Mena, D. Gonzalez, and J. Mena, "Anfibios, reptiles y aves de la Provincia de El Oro," 2019.
- [28] M. Urgiles *et al.*, *GUÍA DE ECOSISTEMAS Y ESPECIES EMBLEMÁTICAS DE LA PROVINCIA DE SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS*. Santo Domingo de los Tsáchilas, 2024.
- [29] Ministerio del Ambiente del Ecuador, *ESTRATEGIA NACIONAL DE BIODIVERSIDAD* 2015-2030, 1st ed. qUITO, 2016.
- [30] P. Lozano, "ESPECIES FORESTALES ÁRBOREAS Y ARBUSTIVAS DE LOS BOSQUES MONTANOS DEL ECUADOR," 2015.
- [31] H. Celi, "ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO DE LA PARROQUIA SAN ANDRÉS, CANTÓN CHINCHIPE, PROVINCIA DE ZAMORA CHINCHIPE-ECUADOR," Universidad Nacional de Loja, Loja, 2018.
- [32] "Los bosques y suelos forestales contribuyen de manera esencial a la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial." [Online]. Available: https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/
- [33] E. Muñoz, J. Londo, G. Ati, and M. Vaca, "Estructura y composición de la diversidad florística del Bosque Siempreverde en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo," *Ciencias técnicas y aplicadas*, vol. 6, no. 11, pp. 1440–1455, Nov. 2021, doi: 10.23857/pc.v6i11.3338.
- [34] G. Egas, "Caracterización y evaluación de la Cuenca Alta del Río Santa Rosa," *Revista Tecnológica ESPOL*, Mes, 2009.
- [35] M. Loaiza, C. Nieto, B. Burgos, and C. Sanabria, "Descripción hidrogeomorfológica de la cuenca del río Santa Rosa (Ecuador) con fines de riego y control de inundaciones,"

- Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, vol. 6, Sep. 2022, doi: 10.37811/cl rcm.v6i5.3427.
- [36] M. Contreras, "INTERACCIÓN SOCIO ECONÓMICA Y AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA ALTA DEL RÍO SANTA ROSA, SITIO EL GUAYABO," Universidad Tecnica de Machaña, Machala, 2019. Accessed: Jun. 08, 2025. [Online]. Available: https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/15018/1/TTFCS-2019-GEA-DE00009.pdf
- [37] P. Valenzcuela and C. Garzón, *Anfibios, reptiles y aves de la provincia de El Oro : una guía para ecosistemas Andino-Costeros*. 2015.
- [38] Senplades, "GESTIÓN INTEGRADA PARA LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN, DEGRADACIÓN DE LA TIERRA Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO"," Jan. 2014, *Cuenca*.
- [39] R. Yaguache, "Establecimiento de un Programa de protección de la cantidad y calidad de agua para la ciudad de santa Rosa"," Santa Rosa, Nov. 2006. [Online]. Available: http://www.ine.gob.mx/
- [40] E. Pabón, "Análisis de los procesos de cambio de uso y cobertura del suelo en la microcuenca del río Tabacay," Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, 2022. Accessed: Jun. 08, 2025. [Online]. Available: https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/8687/1/T3801-MCCSD-Pabon-Analisis.pdf
- [41] N. Caceres, F. Meneses, J. Fuenzalida, O. Vidal, and J. Bannister, "Diagnóstico del estado actual de los bosques nativos de las islas menores de la región de Los Lagos, Chile.," *Ciencia Y iNVESTIGACION fORESTAL*, vol. 29, Dec. 2023, doi: 10.52904/0718-4646.2023.597.
- [42] J. Lanly, "LOS FACTORES DE LA DEFORESTACIÓN Y DE LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES." [Online]. Available: https://www.fao.org/4/xii/ms12a-s.htm
- [43] C. Paredes, J. Ferro, and P. Lozano, "Estructura arbórea en el bosque secundario de la Estación Biológica Pindo Mirador, Pastaza, Ecuador Tree structure of the secondary forest at the Pindo Mirador Biological Station, Pastaza, Ecuador," *Scielo*, Aug. 2020, doi: 10.22497/arnaldoa.272.27206.
- [44] S. Curipoma, A. Argüello, and A. Pérez, "EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA DE LA QUEBRADA SHULLUM, BOSQUE PROTECTOR ILALÓ, ECUADOR," *AXIOMA*, May 2021, doi: 10.26621/ra.v1i24.631.

- [45] N. Urzúa and F. Cáceres, "Incendios forestales: principales consecuencias económicas y ambientales en Chile," *INTERAMERICAN JOURNAL OF ENVIRONMENT AND TOURISM REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA / LITERATURE REVIEW*, vol. 7, no. 1, pp. 18–24, 2011, doi: 10.4067/riatvol7iss1pp18-24%250718-235X.
- [46] T. Wasserman and S. Mueller, "Influencias del clima en la futura severidad de los incendios: una síntesis de las interacciones entre el clima y los incendios y sus impactos en los regímenes de incendios, incendios de alta severidad y bosques en el oeste de Estados Unidos," *Fire Ecology*, vol. 19, Dec. 2023, doi: 10.1186/s42408-023-00200-8.
- [47] N. Mesa, M. de la Peña, J. Campo, and C. Giardina, "Restauración del bosque seco tropical: un análisis de las limitaciones y los logros en un bioma altamente amenazado," *Front Environ Sci*, vol. 12, Jan. 2024, doi: 10.3389/fenvs.2024.1458613.
- [48] Ministerio del Ambiente, "PROYECTO SOCIO BOSQUE," Jul. 2019.
- [49] T. Slough, J. Kopas, and J. Urpelainen, "Alertas de deforestación satelitales con capacitación e incentivos para patrullaje facilitan el monitoreo comunitario en la Amazonía peruana," *PUBMED*, 2021, doi: 10.1073/pnas.2015171118.
- [50] C. Gandour, "Políticas Públicas para la Protección de la Selva Amazónica."
- [51] Guevara Daniel, "Caracterización del estrato arbóreo del bosque 'siempre verde montano bajo'en la Fundación Sumak Kawsay In Situ de Ecuador," Instituto Universitario de Investigación GESTIÓN FORESTAL SOSTENIBLE, 2023. Accessed: Jun. 08, 2025. [Online]. Available: https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/63755/TFM-L689.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [52] O. Cabrera, P. Hildebrandt, B. Stimm, S. Günter, A. Fries, and R. Mosandl, "Functional diversity changes after selective thinning in a tropical mountain forest in southern Ecuador," *Diversity (Basel)*, vol. 12, no. 6, pp. 1–16, Jun. 2020, doi: 10.3390/d12060256.
- [53] J. Muñoz, "Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador," vol. 7, no. 2, pp. 130–143, 2017.
- [54] Asamblea Nacional Constituyente, "CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR," 2008. [Online]. Available: www.lexis.com.ec
- [55] Asamblea Nacional del Ecuador, "CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE," 2017. [Online]. Available: www.lexis.com.ec
- [56] Ministerio del Ambiente, Agua, and Transición ecológica, "TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DE MEDIO AMBIENTE," 2017. [Online]. Available: www.lexis.com.ec

- [57] CARE, Ministerio del Ambiente, Unión Europea, and Tinker Foundation, Plan de Manejo Actualizado y Priorizado del Bosque Protector Kutukú Shaimi, 2012-2017. Macas, 2012.
- [58] GAD AYAPAMBA, "Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial GADPR de Ayapamba," Atahualpa, 2020. Accessed: Apr. 22, 2025. [Online]. Available: https://ayapamba.gob.ec/wp-content/uploads/2024/02/PDOT-AYAPAMBA.pdf
- [59] MAE, "Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental," Quito, 2012. Accessed: Apr. 22, 2025. [Online]. Available: https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS ECUADOR 2.pdf
- [60] MAE, "Área de Bosque y Vegetación Protectora KUTUKÚ-SHAMI. Plan de Manejo 2012-2017," Quito, 2012.
- [61] G. Bentrup, "Zonas de amortiguamiento para conservación: lineamientos para diseño de zonas de amortiguamiento, corredores y vías verdes.," 2008. [Online]. Available: www.bufferguidelines.net.
- [62] MAE, "Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental," Quito, 2012.
- [63] Z. Qiao, X. Meng, and L. Wu, "Forecasting carbon dioxide emissions in APEC member countries by a new cumulative grey model," *Ecol Indic*, vol. 125, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.ecolind.2021.107593.
- [64] R. Piña and W. Lavado, "Efecto del LULC sobre la respuesta hidrológica en la cuenca Puyango-Tumbes, Ecuador-Perú," *Polo del conocimiento*, vol. 9, no. 5, pp. 2233–2257, 2024, doi: 10.23857/pc.v9i5.7358.
- [65] P. Duque, D. Patiño, and X. López, "Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HEC-HMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical," *Información tecnológica*, vol. 30, no. 6, pp. 351–362, Dec. 2019, doi: 10.4067/s0718-07642019000600351.
- [66] A. A. Firoozi and A. A. Firoozi, "Water erosion processes: Mechanisms, impact, and management strategies," *Results in Engineering*, vol. 24, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.rineng.2024.103237.
- [67] D. Benavides, "CAMBIOS EN LA COBERTURA VEGETAL DEL BOSQUE MONTANO DE LOS ANDES OCCIDENTALES: INFLUENCIA DE LA FUNDACIÓN MAQUIPUCUNA Y DE LA COMUNIDAD DE YUNGUILLA EN PROCESOS DE CONSERVACIÓN," FACULTAD LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES SEDE ECUADOR, 2010.

- [68] A. Cristina, A. Vizcaíno, D. Alexandra, P. Loza, M. De, and L. Paredes, "Gestión Joven Caracterización de la oferta turística y zonificación en la parroquia de Pacto, Ecuador," *Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas*, vol. 24, no. 4, pp. 15–24, 2023.
- [69] Innovation Ivalue, "Informe técnico con el diseño final de la Estrategia de Gestión del Conocimiento del Proyecto, el 'Programa de Gestión del Conocimiento', y la red comunicacional y sus plataformas.," Lima, 2023.
- [70] X. Valencia, O. Paredes, M. Rosero, V. Pozo, and E. Yépez, "Variabilidad del aprovechamiento forestal en la provincia Imbabura, periodo 2015-2019," *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 6, no. 4, pp. 2666–2681, Aug. 2022, doi: 10.37811/cl rcm.v6i4.2786.
- [71] T. Ramírez and D. Lozano, "Diversidad florística y estructura de la regeneración natural del bosque piemontano con intervención de manejo forestal en el sur de Ecuador," *Bosques Latitud Cero*, vol. 14, no. 1, pp. 105–122, Jan. 2024, doi: 10.54753/blc.v14i1.2034.
- [72] C. Pahl-Wostl, "A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes," *Global Environmental Change*, vol. 19, no. 3, pp. 354–365, Aug. 2009, doi: 10.1016/j.gloenvcha.2009.06.001.