



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, cantón
Colta, provincia de Chimborazo.

Trabajo de Titulación para optar por el título de
Ingeniero Ambiental

Autor:
Rosero Montaño, Sthefanny Nikole

Tutor:
Ing. Patricio Santillán Lima MSc.

Riobamba, Ecuador. 2024

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Sthefanny Nikole Rosero Montaño, con cédula de ciudadanía 1722757307, autora del trabajo de investigación titulado: Estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 05 de agosto del 2024.



Sthefanny Nikole Rosero Montaño

C.I: 1722757307



ACTA FAVORABLE - INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la Ciudad de Riobamba, a los 22 días del mes de Julio de 2024, luego de haber revisado el Informe Final del Trabajo de Investigación presentado por el estudiante **STHEFANNY NIKOLE ROSERO MONTAÑO** con CC: **1722757307**, de la carrera **Ingeniería Ambiental** y dando cumplimiento a los criterios metodológicos exigidos, se emite el **ACTA FAVORABLE DEL INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado "**Estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo**", por lo tanto se autoriza la presentación del mismo para los trámites pertinentes.



Ing. Patricio Santillán Lima MgSc.
TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo, presentado por Sthefanny Nikole Rosero Montaño, con cédula de identidad número 1722757307, bajo la tutoría de Ing. Patricio Santillán Lima Mgs.; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 05 días del mes de agosto de 2024.

Dra. Anita Ríos R. PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. José Prato PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Carla Silva Mgs.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **ROSERO MONTAÑO STHEFANNY NIKOLE** con CC: **1722757307**, estudiante de la Carrera **Ingeniería Ambiental**, Facultad de **Ingeniería**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado "**Estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.**", cumple con el 9%, de acuerdo al reporte del sistema Antiplagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente, autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 30 de julio de 2024



Ing. Patricio Santillán Lima Mgs.
TUTOR

DEDICATORIA

Dedico el logro de este trabajo a Dios, cuya presencia ha forjado una travesía llena de esfuerzo constante, aprendizaje y fortaleza necesaria para afrontar cada desafío.

A mis queridos padres, pilares fundamentales en mi vida, cuyo amor, apoyo y sacrificio han sido fuerza motivadora a lo largo de esta etapa académica. De manera especial, quiero reconocer a mi madre, Maritza Montaño, por ser ejemplo de mujer, madre y amiga, quien me ha inspirado a ser mejor cada día. Sus palabras de aliento han sido mi faro en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, por su invaluable apoyo, por escucharme, compartir conmigo y por ayudarme a crecer como persona.

A John, por ser el impulso de cada día, por ayudarme a encontrar la fuerza necesaria con su apoyo y sus palabras, por sus ánimos y soluciones. Eres un ser maravilloso. Gracias por tu paciencia durante todo este tiempo.

A los docentes de la UNACH que merecen ese título, quienes con su pasión, enseñanza y sabiduría han dejado una huella imborrable en mi formación académica. Su guía y la transmisión de sus conocimientos han sido esenciales para alcanzar este logro.

Finalmente, a todas aquellas personas especiales que forman parte de mi vida, por su comprensión, ánimo y aliento en cada paso de este camino. Este logro es un tributo a su confianza en mí y a su constante inspiración.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento se manifiesta a Dios, por darme la dicha de concluir con éxito esta etapa llena de valiosos aprendizajes de vida.

Al Ing. Patricio Santillán, por su apoyo durante la realización de esta tesis. De manera especial, deseo reconocer con profunda admiración a la Dra. Julia Calahorrano; su sabiduría, consejos y orientación han sido fundamentales en cada etapa de este proceso de investigación.

Asimismo, expreso mi gratitud a los técnicos de laboratorio, por su valiosa contribución a mi formación académica. Sus recursos y disposición para ayudar han sido esenciales para el éxito de este proyecto. También agradezco a *World Vision*, por facilitarme los medios necesarios en cada etapa de esta investigación.

Por último, deseo expresar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que, de una u otra forma, contribuyeron con su tiempo, ideas y motivación en la culminación de este trabajo. Cada gesto de apoyo, cada palabra de aliento y cada muestra de confianza han sido la fuerza que me ha impulsado a seguir adelante.

SIGLAS Y ABREVIATURAS UTILIZADAS

AAC	Autoridad Ambiental Competente
COA	Código Orgánico Ambiental
COCAIG	Corporación de Organizaciones Campesinas Indígenas de Gatazo
COCIC	Corporación de Organizaciones Campesinas de Cicalpa
COMICH	Confederación del Movimiento Indígena de Chimborazo
COMPOCIECH	Confederación de Pueblos, Organizaciones y Comunidades Indígenas Evangélicos de Chimborazo
CONAIE	Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador
COOTAD	Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FEI	Servicio Geológico de los Estados Unidos
FEINE	Federación Ecuatoriana de Indígenas Evangélicos
FEPP	Fondo Ecuatoriano Populorum Progressio
GADMC	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Colta
MCCH	Compasión Internacional y Maquita Cushunchic
ONG's	Organizaciones no gubernamentales
PDOT	Plan de Ordenamiento Territorial
UCASAC	Unión de Comunidades 2 de Septiembre y Columbe
UODIC	Unión de Organizaciones de Desarrollo Integral de Cicalpa

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	16
1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del Problema	17
1.2. Justificación	18
1.3. Objetivos.....	18
1.3.1. General.....	18
1.3.2. Específicos	18
CAPÍTULO II	19
2. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Marco legal.....	19
2.2. Manejo de cuencas hidrográficas	20
2.2.1. Gestión Ambiental	20
2.2.2. Principios de la gestión en cuencas hidrográficas.....	21
2.3. Mecanismos Financieros para la protección de Cuencas Hidrográficas	21
2.3.1. Fondo de Agua de Guayaquil para la Conservación de la Cuenca del Río Daule (FONDAGUA)	21
2.3.2. Fondo Regional del Agua (FORAGUA)	22

2.3.3. Fondo del Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute (FONAPA)	22
2.3.4. Fondo de Páramos Tungurahua y Lucha contra la Pobreza (FMPLPT)	22
2.3.5. Fondo para la Protección del Agua (FONAG)	22
2.4. Estrategias de conservación de cuencas hidrográficas	22
2.4.1. Protección y recuperación de cuencas	22
2.4.2. Programas de restauración ambiental.....	23
2.4.3. La sostenibilidad garantiza la preservación de las cuencas hidrográficas ..	23
2.4.4. Beneficios ambientales y sociales de la conservación de cuencas.....	23
CAPÍTULO III.....	24
3. METODOLOGÍA	24
3.1. Localización del área de Estudio	24
3.2. Fase 1. Diagnóstico ambiental y socioeconómicamente de la microcuenca Sicalpa.....	24
3.2.1. Recopilación de Información Secundaria.....	25
3.2.2. Recopilación de Información Primaria.....	26
3.2.2.1. Encuesta	26
3.2.2.2. Entrevista	27
3.2.2.3. Mapeo de Actores	27
3.3. Fase 2: Identificar problemas y potencialidades de la microcuenca	29
3.3.1. Mesas de Consulta.....	29
3.4. Fase 3: Analizar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa	29
3.4.1. Mesas de Trabajo	29
3.4.2. Diseño de estrategias de gestión para la microcuenca del río Sicalpa	30
CAPÍTULO IV.....	31
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1. Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la microcuenca Sicalpa	31

4.1.1. Variables Biofísicas.....	31
4.1.1.1. Clima.....	31
4.1.1.2. Geomorfología.....	34
4.1.1.3. Hidrología	35
4.1.1.4. Biodiversidad.....	39
4.1.1.5. Suelo	40
4.1.1.6. Servicios ecosistémicos	43
4.1.2. Variables Socioeconómicas	44
4.1.2.1. Población.....	45
4.1.2.2. Educación.....	48
4.1.2.3. Actividades productivas.....	50
4.1.2.4. Salud	52
4.1.2.5. Vivienda	54
4.1.2.6. Vías de acceso	54
4.1.2.7. Niveles de organización.....	55
4.2. Fase 2. Identificación de problemas y potencialidades	56
4.3. Fase 3. Analizar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa	58
CAPÍTULO V	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones.....	68
BIBLIOGRAFÍA	69
ANEXOS..	72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de Investigación de la Microcuenca del río Sicalpa	25
Tabla 2. Reportes de investigación y experimentación que constituyeron la base de la revisión sistemática realizada	25
Tabla 3. Tabla de Actores	28
Tabla 4. Estrategias de Gestión de la microcuenca	30
Tabla 5. Localización Geográfica de las estaciones meteorológicas	31
Tabla 6. Caudal del río Sicalpa.....	37
Tabla 7. Sistema de agua potable del río Sicalpa	37
Tabla 8. Atractivos turísticos de la parroquia Villa la Unión.....	52
Tabla 9. Estrategia de Gestión de la microcuenca del río Sicalpa	59
Tabla 10. Línea base de la microcuenca del río Sicalpa	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Kelsen desde la Constitución hasta actos administrativos	19
Figura 2. Ubicación Geográfica de la microcuenca del río Sicalpa	24
Figura 3. Fases para el desarrollo de entrevistas	27
Figura 4. Plano de interés e influencia de Actores	28
Figura 5. Pasos para realizar una mesa de consulta	29
Figura 6. Mapa de estaciones meteorológicas	32
Figura 7. Temperaturas medias mensuales desde el año 2010 al 2020	32
Figura 8. Precipitación media mensual desde el año 2010 al 2020	33
Figura 9. Mapa de Relieve de la microcuenca del río Sicalpa	34
Figura 10. Mapa de Pendientes de la microcuenca del río Sicalpa	35
Figura 11. Mapa Hidrológico de la microcuenca del río Sicalpa	36
Figura 12. Mapa de Órdenes de Suelo de la microcuenca del río Sicalpa	41
Figura 13. Mapa de Cobertura del suelo de la microcuenca del río Sicalpa	42
Figura 14. Mapa de Uso del suelo de la microcuenca del río Sicalpa	43
Figura 15. Mapa de Ecosistemas de la microcuenca del río Sicalpa	44
Figura 16. Mapa de la Parroquia Villa la Unión.....	45
Figura 17. Población total de la parroquia Villa la Unión por sexo	45
Figura 18. Densidad Poblacional de la Parroquia Villa la Unión.....	46
Figura 19. Estructura de la población por sexo y etapa de vida	47
Figura 20. Cobertura del servicio de educación en la parroquia Villa la Unión	48
Figura 21. Nivel de Instrucción de la parroquia Villa la Unión	49
Figura 22. Tasa Neta de Asistencia de la parroquia Villa la Unión	49
Figura 23. Mapa de los Establecimiento de Salud de la parroquia Villa la Unión.....	53
Figura 24. Mapa de Vías de la parroquia Villa la Unión	55
Figura 25. Diagrama de los niveles de Organización de Villa la Unión.....	56
Figura 26. Identificación de actividades que causan impactos.....	57
Figura 27. Encuestas y Entrevistas a los pobladores	82
Figura 28. Reunión con los Representes Comunitarios	82
Figura 29. Mesas de Consulta con los actores clave.....	83
Figura 30. Mesas de Trabajo con actores.....	83
Figura 31. Reunión de Coordinación y Cooperación para iniciar los estudios de la Estrategia 1	83

RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa, ubicada en el cantón Colta, provincia de Chimborazo. Con el objetivo de identificar los principales problemas y potencialidades de la microcuenca, se realizó un diagnóstico ambiental y socioeconómico. La metodología incluyó la recopilación de información secundaria y la obtención de datos primarios mediante encuestas, entrevistas y mapeo de actores. Utilizando el método Sørensen, se identificaron las actividades que generan mayor impacto en los recursos naturales. Los resultados revelaron que el recurso hídrico es el más afectado, debido al vertido de residuos sólidos y líquidos, actividades agropecuarias cercanas y aguas residuales sin tratamiento. Además, el ecosistema de páramo ha disminuido en un 14.3% en los últimos 20 años debido al avance de la frontera agrícola. El diagnóstico indicó que la contaminación del agua y la reducción del páramo son problemas críticos que requieren atención urgente. La alta incidencia de enfermedades como la gripe y las deficiencias en servicios básicos resaltan la necesidad de mejorar las condiciones de vida de la población local. Las estrategias propuestas abordan integralmente los desafíos ambientales y sociales de la microcuenca. Estas estrategias, alineadas con la conservación de recursos naturales y el desarrollo sostenible, buscan mitigar los impactos negativos de las actividades humanas y promover prácticas más sostenibles. Su implementación apunta a mejorar la calidad del agua, la preservación del suelo, la seguridad hídrica y el bienestar social de las comunidades. En conclusión, la ejecución efectiva de estas estrategias contribuirá significativamente a la conservación del ecosistema de páramo, mejorará la gestión del recurso hídrico y elevará la calidad de vida de los habitantes de la microcuenca Sicalpa, asegurando un desarrollo equilibrado y sostenible para las futuras generaciones.

Palabras claves: Microcuenca, diagnóstico ambiental, estrategias, gestión socioambiental, conservación ambiental.

ABSTRACT

This research proposes socio-environmental management strategies for the Sicalpa River micro-basin in the Colta canton, province of Chimborazo, to identify the main problems and potential of the micro-basin, an environmental and socioeconomic diagnosis was carried out. The methodology included collecting secondary information and obtaining primary data through surveys, interviews, and mapping of actors. Using the Sørensen method, the activities that generate the most significant impact on natural resources were identified. The results revealed that the water resource is the most affected due to solid and liquid waste dumping, nearby agricultural activities, and untreated wastewater. Furthermore, the paramo ecosystem has decreased by 5.27% in the last 20 years due to the advance of the farming frontier. The diagnosis indicated that water contamination and wasteland reduction are critical problems that require urgent attention. The high incidence of diseases such as flu and deficiencies in essential services highlight the need to improve the local population's living conditions. The proposed strategies comprehensively address the environmental and social challenges of the micro-basin. These strategies, aligned with the conservation of natural resources and sustainable development, seek to mitigate the negative impacts of human activities and promote more sustainable practices. Its implementation aims to improve water quality, soil preservation, water security, and the social well-being of communities. In conclusion, the effective execution of these strategies will contribute significantly to the conservation of the paramo ecosystem, improve water resource management, and raise the quality of life of the inhabitants of the Sicalpa micro-basin, ensuring balanced and sustainable development for future generations.

Keywords: Microbasin, environmental diagnosis, strategies, socio-environmental management, environmental conservation.



Reviewed by:
Ms.C. Ana Maldonado León
ENGLISH PROFESSOR
C.I.0601975980

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las cuencas hidrográficas se caracterizan por ser áreas geográficas cuyos aportes hídricos naturales provienen exclusivamente de las precipitaciones, y donde los excedentes de agua o materia sólida transportada convergen en un único punto de desembocadura, ya sea un río, un lago o el mar. Es importante destacar que no existe ningún punto de la Tierra que no pertenezca a una cuenca hidrográfica, la cual, a su vez, se conforma por unidades más pequeñas denominadas subcuenca y microcuenca (Vásconez et al., 2019).

Estas últimas, al ser las unidades geográficas de menor tamaño se utilizan comúnmente como unidades de planificación para la gestión de recursos hídricos, permitiendo establecer las interrelaciones entre la población circundante, los recursos naturales y los aspectos sociales, económicos y culturales de las comunidades cercanas (Terán, 2018).

Según la FAO (2009), el suministro de agua dulce para uso doméstico, agrícola e industrial; la provisión de alimentos y la seguridad alimentaria; así como la conservación de la biodiversidad, se consideran los principales servicios ecosistémicos brindados por estas áreas. Sin embargo, la conservación de la calidad de agua enfrenta el mayor desafío, debido al impacto directo de las actividades antrópicas, especialmente agrícolas y ganaderas (Guananga et al., 2022).

En Ecuador, la necesidad de gestionar armónicamente y sustentablemente una microcuenca es una tarea compleja asociada a las problemáticas y potencialidades de los principales recursos naturales que albergan (suelo, agua y cubierta vegetal), así como a la influencia humana en relación con su conservación y los impactos ambientales que provoca (Terán, 2018).

Desde esta perspectiva, el estudio de una microcuenca hidrográfica es valioso para los procesos de planificación, lo que implica tomar decisiones para ordenar y gestionar los elementos de este sistema, es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo diseñar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca Sicalpa, considerando y aprovechando al máximo las condiciones particulares de cada lugar para así garantizar un manejo sostenible y responsable (Parra & Montealegre, 2019).

Este trabajo de investigación está enmarcado dentro del Convenio Marco de Cooperación para Fortalecimiento de Capacidades a Comunidades en Situación de Vulnerabilidad, entre la Fundación Visión Mundial Ecuador y la Universidad Nacional de Chimborazo. El cual en uno de sus objetivos del proyecto “Estudio de la conservación y uso sostenible de servicios ecosistémicos de los páramos de Llin Llin, Sicalpa y Columbe y su área de influencia” se plantea diseñar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa, perteneciente a la cuenca del río Pastaza provincia de Chimborazo.

1.1. Planteamiento del Problema

Las microcuencas hidrográficas, enfrentan una serie de desafíos que amenazan su sostenibilidad. El desabastecimiento del recurso hídrico, la pérdida de cobertura vegetal y la sobreexplotación del suelo se erigen como las principales amenazas en estas áreas. Estos problemas, estrechamente vinculados al crecimiento poblacional, la expansión descontrolada de actividades agropecuarias y la deficiente conciencia ambiental, exigen soluciones integrales que aborden las causas de raíz y promuevan un manejo responsable de los recursos naturales (Izuriera et al., 2019).

En la microcuenca Sicalpa, ubicada en el cantón Colta de la provincia de Chimborazo, las actividades agropecuarias representan la principal fuente de sustento para las comunidades indígenas, abarcando alrededor del 80% de la población dedicadas a estas labores. No obstante, estas actividades han generado un impacto significativo en los cuerpos hídricos y suelos de la zona (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Estudios como el realizado por Salau & Soliz (2023), quienes aplicaron los índices BMWP y ABI, evidencian la contaminación del agua en la microcuenca Sicalpa, la cual guarda una relación directa con los usos predominantes del suelo: cultivo, pastizal, áreas pobladas, infraestructura, actividades antrópicas y plantaciones forestales.

Por su parte, Cumbal & Ordoñez (2023), mediante el análisis físico, químico y microbiológico del agua, confirman la calidad “regular” de la misma, atribuyéndola a la presencia de coliformes fecales, fosfatos y nitratos, indicadores de contaminación por aguas residuales y el uso de fertilizantes. Adicionalmente, determinan una alta propensión a la proliferación de algas, especialmente en la parte alta y media de la microcuenca, debido a la variación de la temperatura y las elevadas concentraciones de oxígeno disuelto y nitratos.

En un contexto similar, los hallazgos de Castro & Tapuy (2023) alertan sobre la degradación del suelo en la microcuenca, consecuencia de la sustitución de la vegetación natural de páramo por cultivos y pastos, lo que genera una disminución significativa del carbono. Esta situación se torna compleja debido a la profunda dependencia de las comunidades locales a estas actividades agropecuarias para su subsistencia, lo que hace imposible erradicar dichas prácticas.

Ante este panorama, surge la imperiosa necesidad de orientar el desarrollo de la población hacia la implementación de estrategias sostenibles que permitan conservar los recursos naturales y servicios ecosistémicos que ofrece la microcuenca del río Sicalpa (Parra & Montealegre, 2019).

1.2. Justificación

La elaboración de estrategias ambientales es un proceso interactivo, participativo y creativo que tiene como objetivo orientar de manera clara las acciones a realizar para resolver las problemáticas existentes. Para este propósito, es crucial tener en cuenta elementos claves que requieren un enfoque integral, como la normativa ambiental nacional, planes de desarrollo local y regional, prácticas y actividades realizadas en la microcuenca, modelo de desarrollo socioeconómico y ambiental, estudios de cantidad y calidad del agua, caudales, estudios ecológicos, participación de las comunidades, entre otros (Huerta & García, 2009).

Si bien estos elementos permiten plantear estrategias de gestión, la toma de decisiones acertadas requiere de información precisa y actualizada sobre las variables biofísicas y socio organizativas de las comunidades. No obstante, abordar todos estos elementos no siempre es posible, lo que representa una limitación en el estudio.

Pese a ello, esta investigación llevó a cabo un diagnóstico ambiental y socioeconómico de la microcuenca del río Sicalpa. Con la finalidad de diseñar estrategias de gestión efectivas que logren resultados de impacto para satisfacer las necesidades humanas, mejorar la calidad vida y, al mismo tiempo, preservar y conservar los recursos que ofrece la microcuenca del río Sicalpa, generando sostenibilidad, desarrollo y equilibrio ambiental.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- Diseñar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa, cantón Colta, provincia de Chimborazo.

1.3.2. Específicos

- Diagnosticar ambiental y socioeconómicamente la microcuenca del río Sicalpa.
- Identificar problemas y potencialidades de la microcuenca.
- Analizar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco legal

El Ecuador, al igual que muchos países, enfrenta el complejo desafío de armonizar el desarrollo económico y social con la protección del medio ambiente. En respuesta a este reto, surge el marco legal ecuatoriano en materia de derechos de la naturaleza y servicios ambientales. Es por ello que la Constitución Política de la República del Ecuador, en vigencia desde el año 2008, establece en su artículo 425 el orden jerárquico de aplicación de las normas (**Figura 1**) de la siguiente forma (Constitución de la República del Ecuador, 2008):

Figura 1. *Pirámide de Kelsen desde la Constitución hasta actos administrativos*



Fuente: Galindo Soza, (2018)

La Constitución, como cuerpo legal supremo establece las bases para un nuevo paradigma en la gestión ambiental. Define acciones orientadas a proteger y conservar los servicios ambientales que brindan los ecosistemas naturales, con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

En particular, destaca la importancia del agua como patrimonio nacional estratégico de uso público, esencial para la vida y fundamental para la soberanía alimentaria. Por ello, prohíbe cualquier tipo de propiedad privada sobre este recurso, y su control recae en el Estado a través de la Autoridad Única del Agua designada. A su vez, designa el uso jerarquizado, priorizando el consumo humano, la producción de alimentos, el mantenimiento del caudal ecológico y, por último, las demás actividades productivas (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

La implementación efectiva de este marco legal requiere de un esfuerzo conjunto. En este sentido, la Constitución se instrumenta a través del Código Orgánico Ambiental (COA) establecido en el año 2017, proporcionando una orientación fundamental para el manejo integrado de las cuencas hidrográficas, considerando las interrelaciones entre sus componentes: agua, suelo, vegetación, fauna y las actividades humanas.

El COA define principios rectores para la gestión ambiental, como el desarrollo sostenible, la precaución ambiental, la participación ciudadana y la responsabilidad ambiental. Para lograr estos objetivos, en su art 181 establece instrumentos de gestión ambiental, como planes de manejo de cuencas hidrográficas, estudios de impacto ambiental y licencias ambientales las cuales permiten planificar, regular y monitorear las actividades que se desarrollan en las cuencas (Código Orgánico Ambiental, 2017).

De igual forma, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) juega un papel importante en materia de gestión ambiental, al otorgar a los GAD provinciales como competencias exclusivas la responsabilidad de planificar, construir, operar y mantener obras en cuencas hidrográficas, administrar sistemas de riego, impulsar actividades productivas y fomentar la cooperación institucional. En virtud de estas atribuciones, los GAD se erigen como actores locales claves para la gestión pública y comunitaria del agua (Cachipuendo et al., 2022).

Así mismo, la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del agua promulgada en el 2014, establece en su Capítulo II, como disposición superior, la gestión integral de los recursos por cuencas hidrográficas. Esta ley norma el uso y aprovechamiento del agua basándose en los principios constitucionales, y designa al Estado y sus instituciones responsables la gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica (LEYODER Hídricos, 2014).

En consecuencia, el Estado y sus instituciones deben: a) promover y garantizar el derecho humano al agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en términos de cantidad, calidad, continuidad y cobertura; b) fomentar y fortalecer la participación de organizaciones de usuarios y consumidores, sistemas públicos y comunitarios; y, c) recuperar y promover los saberes ancestrales, la investigación y el conocimiento científico del ciclo hidrológico (LEYODR Hídricos, 2014).

Además, son los responsables de conservar y gestionar los ecosistemas marino-costeros, altoandinos y amazónicos, con especial énfasis en los páramos, humedales y todos los ecosistemas que almacenan agua. Por lo que es obligación del Estado formular y generar políticas públicas orientadas a: i) Mejorar la infraestructura, la calidad del agua y la cobertura de los sistemas de agua de consumo humano y riego; ii) Fortalecer la participación de comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades en torno a la gestión del agua; y, iii) Adoptar y promover medidas de adaptación y mitigación al cambio climático para proteger a las poblaciones en riesgo (LEYODR Hídricos, 2014).

2.2. Manejo de cuencas hidrográficas

2.2.1. Gestión Ambiental

La gestión ambiental es una herramienta esencial en el diagnóstico y planificación, para la resolución de problemas ambientales. Uno de sus objetivos en cuencas hidrográficas es planificar diversas actividades con el fin de brindar a la sociedad que reside en la zona la oportunidad de beneficiarse de una elevada calidad ambiental (Vásconez et al., 2019).

Para lograr lo mencionado, es indispensable considerar dos elementos implicados en los problemas ambientales, el elemento activo y el elemento pasivo. El primero hace referencia a todas las actividades humanas que causan dichos problemas, el segundo se

refiere a los factores ambientales que reciben las consecuencias de estas actividades (Vásconez et al., 2019).

2.2.2. Principios de la gestión en cuencas hidrográficas

Históricamente, la gestión ambiental en cuencas hidrográficas inicia a finales de la década de 1960. Desde entonces, se han formulado una serie de principios importantes en el desarrollo de los Planes de Gestión Ambiental (Vásconez et al., 2019):

- a) Economía significa proteger el medio ambiente, y el medio ambiente es economía
- b) Responsabilidad compartida
- c) Agentes con responsabilidad ambiental
- d) Es mejor prevenir que remediar
- e) Sostenibilidad de las actividades
- f) El que contamina, paga
- g) El que conserva, cobra
- h) Integración ambiental de actividades
- i) Lo verde vende
- j) Pensar globalmente, pero actuar individual y localmente

2.3. Mecanismos Financieros para la protección de Cuencas Hidrográficas

La seguridad hídrica en Ecuador presenta una situación crítica, caracterizada por una notable desproporción en la cobertura de agua entre las áreas urbanas y rurales. Esta problemática se ve agravada por factores como la baja productividad agropecuaria y la fragilidad de los ecosistemas hídricos (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2011)

En este contexto, los Fondos de Agua emergen como una estrategia innovadora y prometedora para abordar los desafíos relacionados con el recurso hídrico. Estos mecanismos financieros y de gobernanza a largo plazo permiten unir esfuerzos entre usuarios y actores de un territorio específico, desarrollando estrategias y acciones adaptadas a las condiciones locales para solucionar problemas comunes con el agua (Coronel, 2023).

En el caso de los páramos, juegan un papel crucial en la provisión de agua dulce, por lo que su conservación ha adquirido mayor relevancia en los últimos años (Coronel, 2023). En Ecuador existen seis Fondos de Agua de los cuales cinco tienen incidencia en estas áreas (Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua, 2011).

2.3.1. Fondo de Agua de Guayaquil para la Conservación de la Cuenca del Río Daule (FONDAGUA)

Opera a través de inversiones de actores públicos y privados para preservar la cuenca del río Daule bajo un esquema participativo. Su creación responde a problemas como la sedimentación y los pronósticos de cambio climático que sugieren un aumento de eventos extremos en la región (FONDAGUA, 2015).

2.3.2. Fondo Regional del Agua (FORAGUA)

Gestiona de manera integrada las fuentes hídricas en las provincias de Loja, El Oro y Zamora Chinchipe desde el año 2009, con el objetivo de conservar, proteger, restaurar y recuperar los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de los ecosistemas frágiles y amenazados de la región (FORAGUA, 2009).

2.3.3. Fondo del Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute (FONAPA)

Este fideicomiso mercantil se creó el 26 de septiembre del 2008 y se especializa en la captación, canalización y generación de recursos para apoyar la protección del recurso hídrico y el entorno ecológico de la cuenca del Paute (FONAPA, 2008).

2.3.4. Fondo de Páramos Tungurahua y Lucha contra la Pobreza (FMPLPT)

Fue creado el 4 de junio del 2008, para apoyar a largo plazo planes, programas y proyectos que contribuyan a la protección, restauración y conservación del páramo y al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades indígenas y campesinas que habitan en sus alrededores (FMPLPT, 2008).

2.3.5. Fondo para la Protección del Agua (FONAG)

Creado en el año 2000, fue el primer Fondo de Agua a nivel mundial con un enfoque técnico, de equidad social y de sostenibilidad. Es una alianza entre personas, instituciones y comunidades comprometidas con la conservación y restauración de las fuentes de agua del Distrito Metropolitano de Quito, principalmente en áreas de páramo (FONAG, 2000).

2.4. Estrategias de conservación de cuencas hidrográficas

Proteger las cuencas hidrográficas es de suma importancia para asegurar la supervivencia de la flora, la fauna y la humanidad en general. Desarrollar estrategias ambientales es un proceso participativo y creativo que equilibra las necesidades humanas con el uso responsable de los recursos naturales y la búsqueda de un desarrollo económico sostenible que no amenace las condiciones sociales de las comunidades (Baculima & Camposano, 2022).

2.4.1. Protección y recuperación de cuencas

Debido a que la tierra en la que se forman o atraviesan las cuencas hidrográficas suele ser propiedad de muchas personas diferentes, es difícil lograr que todos trabajen juntos para mejorarlas y protegerlas. Desde esta perspectiva, es prescindible crear conciencia y promover la educación ambiental desde temprana edad, identificando no sólo los problemas de las cuencas hidrográficas sino también sus causas e impactos, con el fin de construir planes de protección, conservación y restauración de las mismas (Nuñez, 2016).

2.4.2. Programas de restauración ambiental

Constituyen un instrumento de planificación y gestión ambiental en las primeras etapas de un proyecto y tiene como objetivo brindar soluciones que restaren el equilibrio dinámico del área degradada. Estos programas deben ser lo suficientemente flexibles para permitir alteraciones y deben tener indicaciones técnicas y económicamente viables (Huerta & García, 2009).

2.4.3. La sostenibilidad garantiza la preservación de las cuencas hidrográficas

Numerosos proyectos de desarrollo social implican diversos cambios en las cuencas, tales como la construcción de carreteras, obras de drenaje, represas para riego o generación de energía, etc. Estos proyectos se realizan para mejorar la calidad de vida de las personas. Sin embargo, al ignorar ciertos aspectos, como la disminución del caudal o la destrucción de fuentes naturales de alimentación, los resultados pueden llegar hacer más perjudiciales que beneficiosos (Nuñez, 2016).

2.4.4. Beneficios ambientales y sociales de la conservación de cuencas

Los beneficios pueden ser muchos no sólo para las personas sino también para todo ser vivo que dependa de la cuenca hidrográfica, entre los más importantes podemos mencionar: aumento en cantidad y calidad del agua en pozos y manantiales, beneficios en los sectores agrícolas y pecuarios (ganado más sano, mayor productividad lechera) por ende el mejoramiento en condiciones socioeconómicas de la población (Nuñez, 2016).

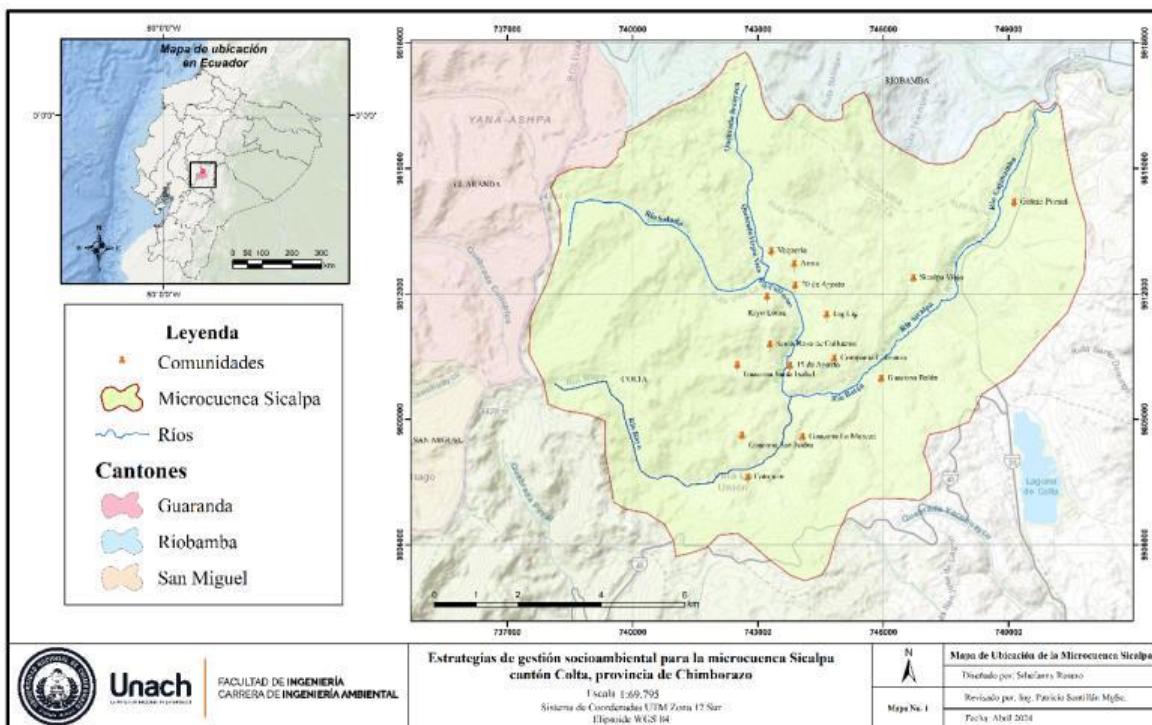
CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Localización del área de Estudio

La microcuenca del río Sicalpa se encuentra ubicada en el cantón Colta, al noroccidente de la provincia Chimborazo, a 18 km de la ciudad de Riobamba (**Figura 2**). Esta microcuenca se origina en las vertientes del páramo de Navag y desciende hasta las zonas pobladas de Cajabamba, donde sus aguas se unen con el río Chibunga (Sánchez, 2021).

Figura 2. Ubicación Geográfica de la microcuenca del río Sicalpa



Nota: En la figura se observa la ubicación geográfica de la microcuenca del río Sicalpa la cual bordea los límites de las ciudades de Riobamba y Guaranda, siendo parte del cantón Colta perteneciente a la provincia de Chimborazo.

La delimitación del área de estudio se realizó mediante herramientas SIG, identificándose un área de 11.218 hectáreas con una elevación que varía desde los 3.080 m.s.n.m. hasta los 4.280 m.s.n.m

Para el desarrollo de las estrategias de gestión en la microcuenca del río Sicalpa se llevó a cabo tres fases, siendo la primera la fase de diagnóstico:

3.2. Fase 1. Diagnóstico ambiental y socioeconómicamente de la microcuenca Sicalpa.

Esta fase se subdivide en dos etapas: (1) la recopilación de datos secundarios y (2) datos primarios. Ambas etapas son cruciales para alcanzar el primer objetivo definido en el

proyecto, proporcionando un aporte significativo a las variables (**Tabla 1**) abordadas en esta investigación (Parra & Montealegre, 2019).

Tabla 1. *Variables de Investigación de la Microcuenca del río Sicalpa*

Variables Biofísicas	Variables Socioeconómicas
<ul style="list-style-type: none"> • Clima <ul style="list-style-type: none"> ➢ Temperatura ➢ Precipitación • Geomorfología <ul style="list-style-type: none"> ➢ Relieve ➢ Pendiente • Hidrología <ul style="list-style-type: none"> ➢ Parámetros morfométricos • Biodiversidad <ul style="list-style-type: none"> ➢ Flora ➢ Fauna • Suelo <ul style="list-style-type: none"> ➢ Tipo de suelo ➢ Coberturas de uso de suelo • Servicios Ecosistémicos 	<ul style="list-style-type: none"> • Población <ul style="list-style-type: none"> ➢ Natalidad y Mortalidad ➢ Hombres y Mujeres ➢ Edad ➢ Migración y movilidad social • Educación <ul style="list-style-type: none"> ➢ Nivel de Instrucción ➢ Escolaridad ➢ Analfabetismo • Actividades Productivas • Salud • Vivienda • Vías/Acceso • Niveles de organización por Comunidad

Elaborado por: Autora

3.2.1. Recopilación de Información Secundaria

Para establecer una base de datos sólida y confiable en el estudio de la microcuenca del río Sicalpa, se enfatizó en buscar reportes de investigación y experimentación, artículos científicos y documentos oficiales como el Plan de Desarrollo Territorial (PDOT) del año 2019 del cantón Colta.

Estos recursos seleccionados y presentados en la **Tabla 2** abarcan diversas metodologías y tipos de investigación, constituyendo un aporte significativo en la recopilación de datos y en la formulación de encuestas a la comunidad (Parra & Montealegre, 2019).

Tabla 2. *Reportes de investigación y experimentación que constituyeron la base de la revisión sistemática realizada*

Tema	Autor
Determinación de la calidad de agua mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la microcuenca Sicalpa	Freddy Marcelo Cumbal Imbaquingo Bryan José Ordoñez Bustamante
Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Sicalpa, mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores	María Ubaldina Salau Caizaguano Brian Javier Soliz Guadalupe

Efecto del cambio de uso del suelo de páramo a cultivo y pasto sobre fracciones orgánicas en la microcuenca Sicalpa	Joselyn Gabriela Castro Castillo Yadira Alexandra Tapuy Chongo
Estudio de la conservación y servicios ecosistémicos del recurso suelo de los páramos de la microcuenca Sicalpa, cantón Colta.	Manjarres Ortiz Yessenia Lizbeth Oviedo Reino Alexandra Marisol
Determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, para la definición de políticas del uso óptimo del agua en el cantón colta provincia de Chimborazo.	Edwin Rolando Tierra Vizueta
Evaluación de la fertilidad y productividad de los suelos con prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Sicalpa.	Luis Fernando Sánchez Sanaguano
Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Colta (Administración 2019-2023)	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Del Cantón Colta

Elaborado por: Autora

3.2.2. Recopilación de Información Primaria

Este proceso se basó en la falta de información secundaria (principalmente del PDOT), por lo que se utilizaron diversas herramientas como entrevistas, encuestas y mesas de consulta para identificar informantes claves pertenecientes a las comunidades de la microcuenca del río Sicalpa.

3.2.2.1. Encuesta

La técnica de encuesta es ampliamente utilizada como procedimiento de investigación, ya que permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Unidad Técnica de Control Externo, 2012). Para este estudio, se priorizó como segmento demográfico a estudiar las 15 comunidades más cercanas al efluente (**Figura 2**).

La participación en la encuesta fue totalmente voluntaria y con un lenguaje sencillo. Cabe resaltar que debido a la amplia población de 3161 habitantes de acuerdo con los datos del borrador del PDOT 2023 del cantón Colta, se optó por aplicar la encuesta únicamente a jefes de familia (792 personas). Además, se convocó a líderes comunitarios para asegurar una representación más amplia de las diferentes voces de la comunidad.

En cuanto al tamaño de la muestra, es decir, el número representativo de personas a encuestar, se empleó la siguiente fórmula (Unidad Técnica de Control Externo, 2012):

$$n = \frac{(Z^2 pqN)}{(Ne^2 + Z^2 pq)} \quad (1)$$

Donde:

n: Número representativo de personas que queremos estudiar.

N: Tamaño de la Población

z: Nivel de confianza: Mide la confiabilidad de los resultados.

e: Grado de error: Mide el porcentaje de error que puede haber en los resultados.

p: Probabilidad de ocurrencia. Lo usual es utilizar una probabilidad de ocurrencia del 50%.

q: Probabilidad de no ocurrencia: La suma de “p” más “q” siempre debe dar 100%.

Por lo tanto, se aplicaron un total de 49 encuestas individuales, con un nivel de confianza del 85 % y un margen de error del 10%. La encuesta consta de un total de 43 preguntas entre cerradas y abiertas, abarcando una amplia gama de temas biofísicos y sociales relacionados con la situación actual del área de estudio.

3.2.2.2. Entrevista

Se dio un mayor énfasis a las entrevistas realizadas a los habitantes, con el objetivo de obtener información esencial que permitió comprender la realidad social desde su propia perspectiva. Esto contribuyó a una caracterización más completa y detallada de la zona. Las fases para desarrollar las entrevistas se presentan en la **Figura 3**.

Figura 3. Fases para el desarrollo de entrevistas



Fuente: Díaz et al., (2013)

3.2.2.3. Mapeo de Actores

El mapeo de actores se realiza como paso previo a la ejecución de las mesas de consulta programadas en la Fase 2. Según Reymond (2014) esta técnica resulta una herramienta poderosa para entender cómo las personas piensan y actúan.

Para esta investigación, el mapeo de actores se llevó a cabo mediante los siguientes pasos (Reymond, 2014):

- 1. Listar:** Se elaboró un listado de las posibles personas que puedan cumplir con las siguientes características: a) Están siendo o podrían verse afectados por las decisiones a adoptar b) No están siendo directamente afectados, pero podrían tener un interés en el tema c) Poseen información, conocimiento o experiencia sobre el área de estudio d) Consideran que tienen derecho a estar involucrados en la toma de decisiones.
- 2. Enfocar:** Se tomó el listado y se trató de llegar al nivel más específico posible para cada uno de los actores, especialmente se identificó el rol del actor (función que ejerce), el interés que tiene y el nivel de influencia tratando de llegar incluso hasta su información de contacto (Figari & Pereira, 2020).

3. Caracterizar: Para este paso se adaptó la Tabla del instrumento “Identificación de las partes interesadas” extraído de Participación y Evaluación Social: Herramientas y Técnicas, Banco Mundial (1996), donde se identifica cuáles pueden ser los intereses de cada uno de los actores que se han incluido en el listado (**Tabla 3**).

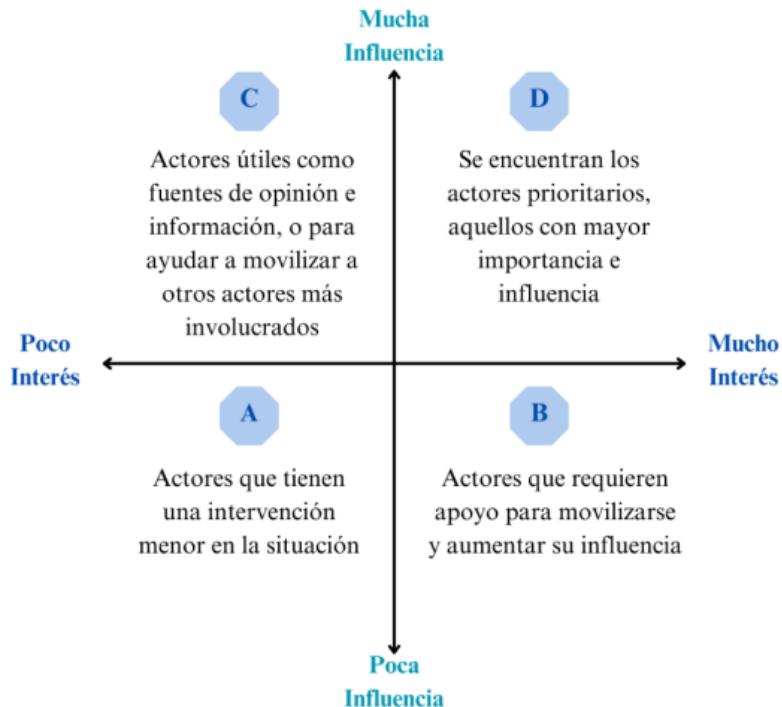
Tabla 3. Tabla de Actores

Actores	Rol del Actor	Interés				Influencia					
		Desconocida	Poco o ningún interés	Algún interés	Interés moderado	Mucho interés	El más interesado	Desconocida	Poca o ninguna influencia	Alguna influencia	Influencia moderada

Fuente: Calderón et al., (2016)

4. Jerarquización de los actores sociales: En este paso, se utilizó la técnica del "Mapa de Interés e Influencia" (**Figura 4**). Esta herramienta permite organizar a los actores de acuerdo con su nivel de interés y su capacidad de influencia en la aceptación o rechazo de las medidas propuestas (Fundación Presencia, 2017).

Figura 4. Plano de interés e influencia de Actores



Fuente: Fundación Presencia, (2017)

3.3. Fase 2: Identificar problemas y potencialidades de la microcuenca

3.3.1. Mesas de Consulta

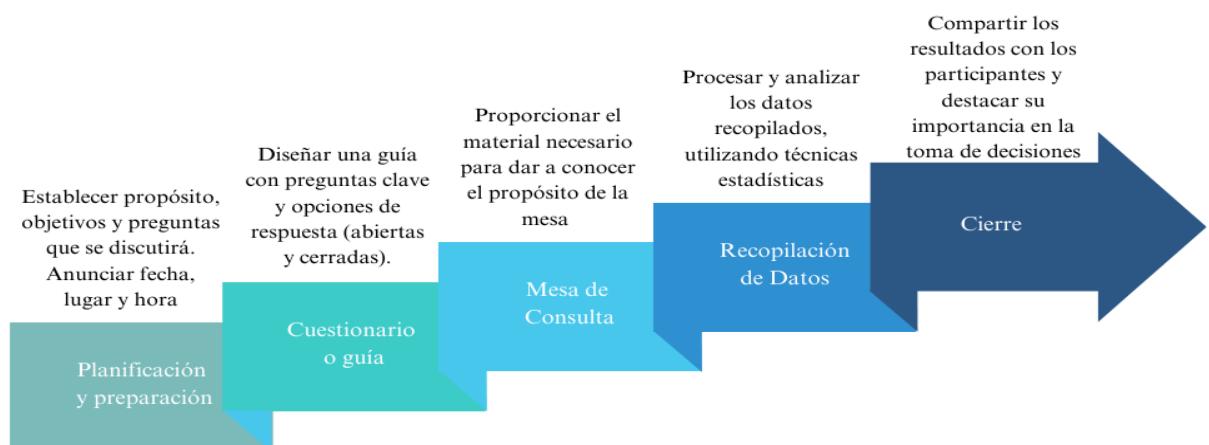
Para llevar a cabo la identificación de problemas y potencialidades de la microcuenca del río Sicalpa, se realizó un análisis exhaustivo de los datos recopilados previamente. Este análisis permitió identificar las principales actividades que se desarrollan en la microcuenca.

A continuación, mediante el método Sørensen (1971), conocido como “Árbol de Impacto”, se identificó las relaciones causa-efecto entre estas actividades humanas y los cambios ambientales en la zona. Este método de redes es uno de los más significativos en la identificación de impactos, ya que introduce una secuencia de causa y efecto, calificando al impacto como primario, secundario o terciario (Yáñez, 2008).

Una vez identificadas las acciones humanas significativas y el efecto producido, se desarrolló las mesas de consulta en un entorno de trabajo de gabinete con los actores clave (**Figura 5**). En este espacio colaborativo, se aplicó un método de calificación, asignando un valor de (5) a las actividades que causan mayor afectación e importancia, y un valor de (1) a aquellas de menor interés o con menor impacto.

Para lograr un proceso efectivo y significativo en las mesas de consulta, se siguieron los siguientes pasos:

Figura 5. Pasos para realizar una mesa de consulta



Fuente: Calderón et al., (2016)

3.4. Fase 3: Analizar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa

Para la propuesta de medidas de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa, se llevó a cabo la siguiente metodología:

3.4.1. Mesas de Trabajo

Enmarcadas en el enfoque de participación conjunta con los diversos actores, las mesas de trabajo buscan alcanzar conclusiones que aborden las posibles soluciones a los problemas identificados en la microcuenca del río Sicalpa. Con este fin, se llevó a cabo un proceso de construcción de medidas, el cual se describe a continuación.

3.4.2. Diseño de estrategias de gestión para la microcuenca del río Sicalpa

La **Tabla 4** constituye una herramienta fundamental que permitió evaluar y analizar cada una de las medidas de gestión propuestas para la microcuenca del río Sicalpa. A través de esta herramienta, fue posible tomar decisiones informadas y estratégicas, al facilitar la comparación y ponderación de las distintas medidas de gestión socioambiental en función de sus implicaciones y resultados esperados.

Asimismo, favoreció la formulación de un enfoque integral y coherente que contribuya a la gestión sostenible de la microcuenca de estudio.

Tabla 4. *Estrategias de Gestión de la microcuenca*

PROBLEMA							
ESTRATEGIA						Costo Total	
Objetivo						\$	
Programa 1							
Objetivo del programa 1							
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
Elaborado por: Autora							

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico ambiental y socioeconómico de la microcuenca Sicalpa

El diagnóstico de una microcuenca es un paso fundamental antes de iniciar cualquier actividad. Este proceso proporciona información valiosa sobre los aspectos biofísicos y socioeconómicos presentes en la zona, permitiendo comprender el funcionamiento de la microcuenca y, en consecuencia, definir una gestión adecuada (Cordero, 2013).

En la mayoría de estos estudios, no se dispone de información secundaria. Por esta razón, para llevar a cabo una caracterización biofísica, es necesario aplicar diversas técnicas, como el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), encuestas a los habitantes y la identificación de los lugares más representativos para la toma de muestras. Estos datos, junto con la calificación y clasificación de impacto que causan, permiten desarrollar estrategias que nos conduzcan a una gestión efectiva (Nuñez, 2016).

4.1.1. Variables Biofísicas

Una microcuenca está conformada por factores y elementos que componen el entorno natural. Estos elementos, por su importancia, determinan las características y la dinámica del medio biofísico, así como su vulnerabilidad frente a las principales actividades humanas que se desarrollan en la zona (Cordero, 2013). En esta investigación, se analizan los siguientes factores y elementos que integran este componente:

4.1.1.1.Clima

El clima es el conjunto de fenómenos atmosféricos, que determinan y caracterizan el estado o situación del tiempo atmosférico y su evolución en un lugar (Nuñez, 2016).

Para caracterizar este factor en la microcuenca Sicalpa, se ha utilizado los registros de la estación San Juan y de la estación ESPOCH (**Tabla 5**), considerando un periodo de 10 años.

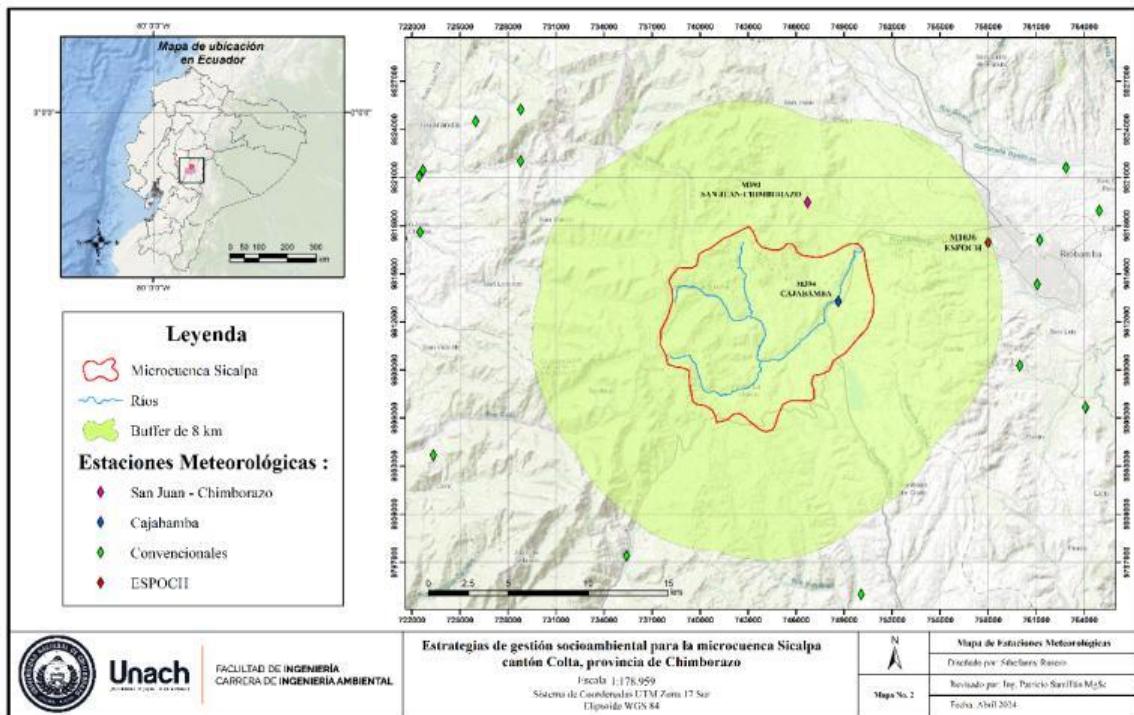
Tabla 5. Localización Geográfica de las estaciones meteorológicas

ESTACIÓN	CÓDIGO	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		ALTURA (m)
		Latitud	Longitud	
San Juan-Chimborazo	M-0393	746622,60	9820099,20	3220
ESPOCH	M-1036	757541,97	9817382,87	2754

Fuente: INAMHI

La selección de estas estaciones meteorológicas se basó en dos criterios principales: la disponibilidad de datos actualizados y la ubicación dentro del área de estudio, delimitada mediante un buffer de 8 km considerada como el área de influencia indirecta de la microcuenca (**Figura 6**). Esta ubicación estratégica garantiza que los datos recabados sean representativos de las condiciones climáticas predominantes en la microcuenca.

Figura 6. Mapa de estaciones meteorológicas



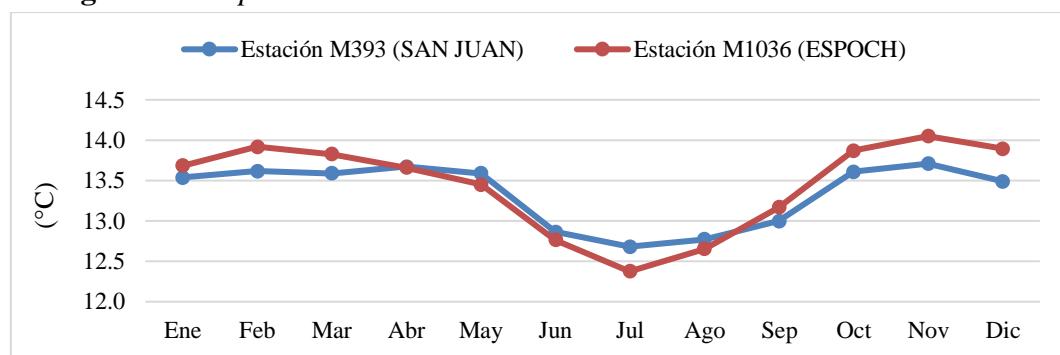
Elaborado por: Autora

La estación meteorológica más cercana con código M394, no dispone de datos actuales. Por consiguiente, se tomó los datos estadísticos de precipitación y temperatura de los años 2010 al 2020 de las de las estaciones meteorológicas M-1036 y M393, obtenidos de la investigación titulada “Análisis de variabilidad de precipitación, temperatura y evapotranspiración en la subcuenca del río Chambo” realizada por Cevallos & Yagchierma (2023), en la que se realizó un proceso de relleno y corrección de datos.

4.1.1.1. Temperatura

La microcuenca del río Sicalpa se ubica en la parroquia "Villa la Unión, donde las temperaturas características varían entre frías-secas, y frías-húmedas, oscilando entre 10 y 13°C (GADMCC, 2020). Los valores máximos promedios en esta zona se registran en el mes de noviembre, con un rango de 13,2°C y 14,1°C. Por otro lado, los valores mínimos ocurren en julio, con un rango de 12,4°C a 12,7°C (**Figura 7**).

Figura 7. Temperaturas medias mensuales desde el año 2010 al 2020



Fuente: Cevallos & Yagchierma, (2023)

Es importante indicar, que en el año 2018 se registraron las temperaturas más altas de la zona, alcanzando una media de 16,0°C, por otro lado, en el año 2014, se registró la temperatura más baja con un promedio de 10,7°C. Esta última, generalmente son temperaturas en las alturas de la cordillera, donde el clima es muy frío – húmedo con permanente neblina, aquí se experimentan vientos fuertes y precipitaciones intensas especialmente durante el invierno. Además, por las noches, las temperaturas disminuyen con la altitud, lo que influye en la frecuencia y distribución de las heladas (GADMCC, 2020).

En los últimos años, estos patrones climáticos han sufrido alteraciones, generando incertidumbre en cuanto a la época de lluvias y el período de verano, lo que ha afectado negativamente las labores de siembra (Cevallos & Yagchierma, 2023).

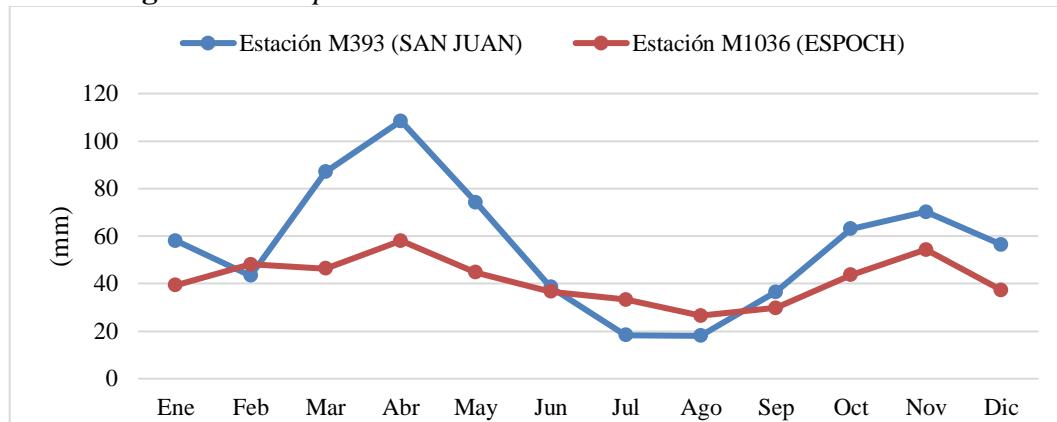
4.1.1.1.2. Precipitación

Se define como la caída de agua desde la atmósfera hacia la superficie terrestre y constituye un elemento fundamental del ciclo hidrológico, desempeñando un papel vital en la vida de nuestro planeta (Priyan, 2015).

En el área de estudio, el análisis del periodo 2010-2020 revela una clara variabilidad estacional en la precipitación (**Figura 8**). El mes de abril registra los valores promedios máximos, alcanzando 108,5 mm en la estación M393 y 58,1 mm en la estación M-1036. Esta abundancia de precipitación se asocia a la influencia de la estación lluviosa, caracterizada por el aumento de la humedad atmosférica y la convergencia de vientos que favorecen la formación de nubes y, con ello, el descenso de agua en forma de lluvia (Priyan, 2015).

Por otro lado, el mes de agosto registra las precipitaciones mínimas con valores medios que oscilan entre los 18 mm a los 26 mm. Esta disminución se relaciona con la estación seca, un período del año donde se reduce significativamente la ocurrencia de lluvias.

Figura 8. Precipitación media mensual desde el año 2010 al 2020



Fuente: Cevallos & Yagchierma, (2023)

El análisis de estos datos de precipitación de las estaciones seleccionadas revela patrones contrastantes entre los años 2013 y 2017. El año 2013 experimentó los valores más bajos de precipitación con 27,61 mm, mientras que el año 2017 registró las precipitaciones máximas con 88,4 mm. Esta variabilidad estacional y los extremos de precipitación permiten comprender mejor los patrones de distribución del agua dulce en la superficie terrestre y su importancia para el desarrollo sostenible.

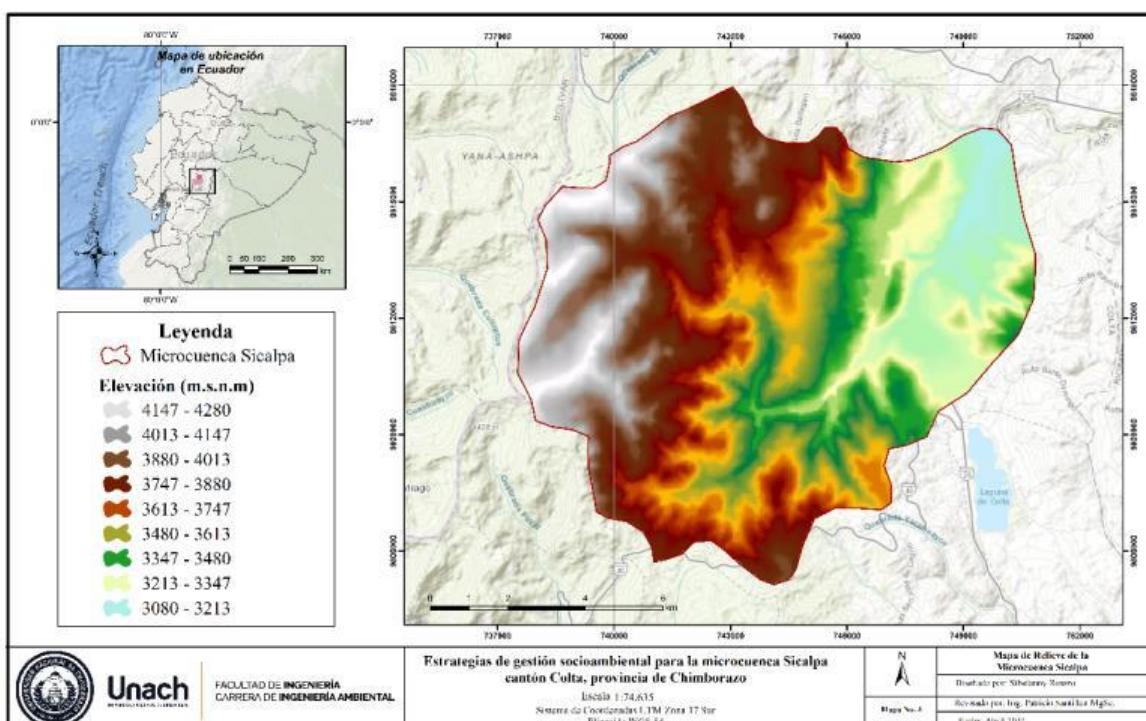
4.1.1.2. Geomorfología

4.1.1.2.1. Relieve

Hace referencia a las diversas formas que presenta la superficie terrestre, y se forma tanto por fuerzas internas (volcanismo), como por la acción de agentes externos (viento, agua, gravedad, cambios de temperatura, etc.) (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

La superficie geográfica de la microcuenca del río Sicalpa es irregular (**Figura 9**), producto del paso de la Cordillera Occidental, que ha originado un relieve montañoso representativo, una elevación natural que se caracteriza por su altitud y por su altura relativa, siendo los más propensos para la retención del recurso hídrico.

Figura 9. Mapa de Relieve de la microcuenca del río Sicalpa



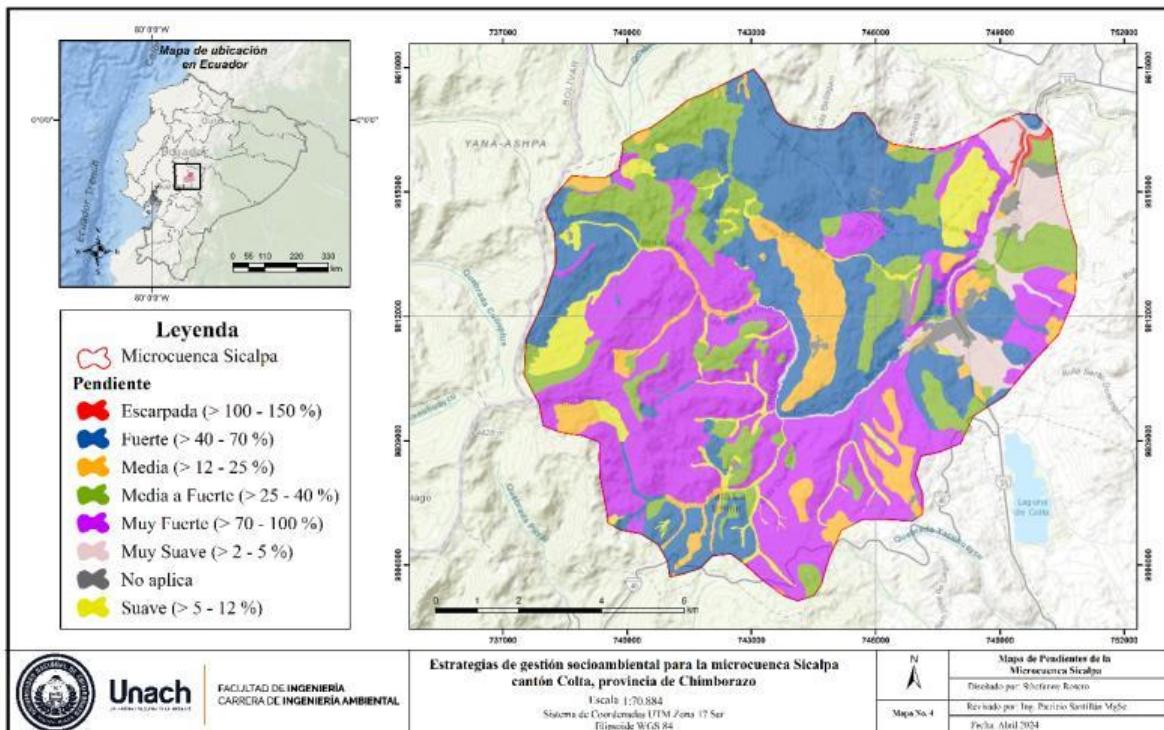
Elaborado por: Autora

4.1.1.2.2. Pendiente

La microcuenca Sicalpa se caracteriza por un relieve montañoso con una notable diversidad de pendientes, que abarcan desde las muy fuertes hasta las muy suaves.

Como se observa en la **Figura 10**, la categoría de pendientes muy fuertes, con inclinaciones que superan el 70% y alcanzan el 100%, ocupan la mayor parte del territorio, abarcando 38,2 km², equivalente al 34,1%. Le siguen en extensión las pendientes fuertes, que representan el 28,1% de la superficie, y las pendientes de media a fuerte, ocupando el 16,1% del territorio. En conjunto, las pendientes mencionadas representan el 78,2% del área total, lo que refleja el predominio de zonas montañosas con inclinaciones pronunciadas.

Figura 10. Mapa de Pendientes de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

En cuanto a las pendientes medias, suaves y muy suaves, ocupan áreas más reducidas, abarcando el 8,5%, el 6,6% y el 4,7% de la zona. Finalmente, las pendientes muy escarpadas, con una inclinación superior al 100%, cubren el área más pequeña de la microcuenca, con tan solo 0,31 km², equivalente al 0,3% del total.

En conclusión, esta distribución heterogénea de pendientes refleja la complejidad del relieve de la microcuenca del río Sicalpa, donde predominan zonas montañosas con pendientes pronunciadas. Esta característica del terreno tiene implicaciones significativas para el manejo del recurso hídrico, la agricultura, la infraestructura y el desarrollo socioeconómico de la zona.

4.1.1.3. Hidrología

4.1.1.3.1. Parámetros morfométricos

El estudio de los parámetros morfométricos de una microcuenca, como las variables de superficie, relieve y drenaje proporcionan información valiosa sobre las características físicas de la misma. Esta información, a su vez, permite comprender mejor el comportamiento hidrológico de la microcuenca y su interacción con el medio ambiente (Carrión, 2021).

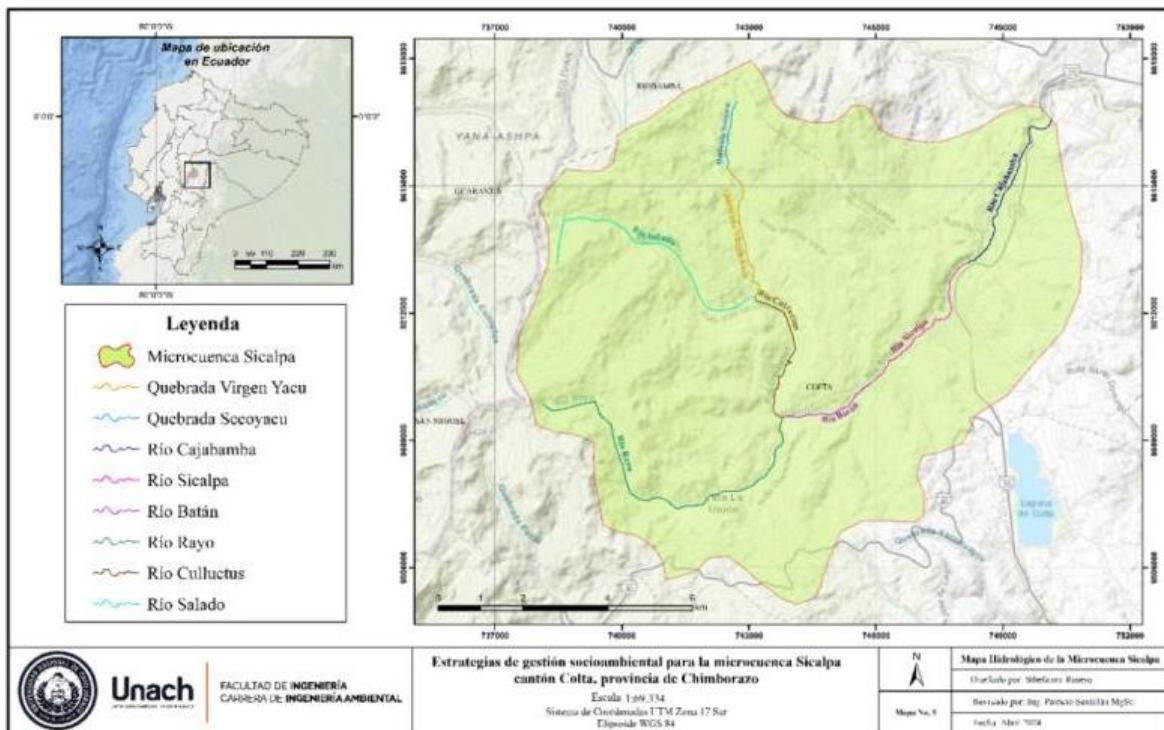
En la **Figura 11**, se observa la red hidrográfica de la microcuenca Sicalpa compuesta por seis ríos: Cajabamba, Sicalpa, Culluptus, Salado, Batán y Rayo; y dos quebradas: Quebrada Virgen Yacu y Quebrada Secoyacu. Estos cursos de agua recorren el territorio de la microcuenca, conformando una red de drenaje que juega un papel fundamental en la dinámica hidrológica de la zona.

En cuanto al análisis de los parámetros de forma, se determina que la microcuenca Sicalpa es una microcuenca pequeña, con una longitud promedio de 14,6 km y una longitud del cauce principal de 12,2 km. Su índice de compacidad de 1,3 y su factor de forma de 0,5, indican que la microcuenca presenta una forma ligeramente ensanchada, con características que la ubican entre oval redonda y oval oblonga (Cumbal & Ordoñez, 2023).

Por otro lado, los parámetros de relieve revelan que la microcuenca es plana y circular, con una relación de elongación de 0,8. Sin embargo, existen áreas accidentadas en la parte alta, debido a la presencia del páramo de Návag.

Finalmente, los parámetros de red de drenaje señalan que la microcuenca presenta una pendiente media de 8%, clasificada como mediana y con un relieve accidentado medio. Además, posee una red hídrica de tercer orden, con una longitud total de 55,3 km, un tiempo de concentración de 3,7 horas y una densidad de drenaje de $0,5 \text{ km}^{-1}$, lo que indica un drenaje regular de sus aguas, reflejando una capacidad adecuada para drenar las precipitaciones (Cumbal & Ordoñez, 2023).

Figura 11. Mapa Hidrológico de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

4.1.1.3.2. Caudal del río Sicalpa

En el estudio titulado "Determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, para la definición de políticas del uso óptimo del agua en el cantón Colta, Provincia de Chimborazo," realizado por Tierra (2013), se determinó el caudal del río Sicalpa aportado por sus principales afluentes: el río Batán, el río Culluctus y el río Rayo, durante los meses de julio a diciembre.

El análisis indicó que el caudal total del río Sicalpa aguas arriba es de 488,9 L/s, valor crucial para entender la disponibilidad hídrica en la parte alta de la microcuenca (**Tabla**

6). Asimismo, se calculó el caudal total del río Sicalpa aguas abajo, considerando la contribución acumulada de todos sus afluentes, incluyendo el propio río Sicalpa, obteniendo un valor de 357,9 L/s.

Tabla 6. Caudal del río Sicalpa

Ríos	Caudal (L/s)
<i>Aguas Arriba</i>	
Batán	56,34
Culluctus	230,37
Rayo	203,47
Sicalpa	488,99
<i>Aguas abajo</i>	
Sicalpa	357,96

Fuente: Tierra, (2013)

De este caudal total, se determinó que los meses de menor aportación de agua al río Sicalpa son los meses de julio a septiembre, en especial el mes de agosto. Por el contrario, los meses de octubre a diciembre registran un caudal alto, siendo noviembre el mes de mayor aportación de agua (Tierra, 2013).

4.1.1.3.3. Agua de Consumo

- **Parroquia Cajabamba**

El río Sicalpa y otros drenajes menores abastecen a la parroquia Cajabamba, donde existen tres juntas administradoras de agua para el consumo humano (**Tabla 7**).

Tabla 7. Sistema de agua potable del río Sicalpa

Sistema de Agua	Unidades hídricas	Nº de usuarios	Caudal L/s
Jefatura de agua potable y alcantarillado GADM		821	4,00
Junta administradora de Agua Potable de la Regional COCAIGC	Río Sicalpa	1.060	5,00
Junta Administradora de Agua Potable de Gatazo 6 comunidades	Drenajes menores	1.208	6,00
TOTAL		3089	15

Fuente: SENAGUA, (2019)

Esta red de abastecimiento de agua se distribuye entre 671 viviendas, beneficiando a un total de 3.089 usuarios de esta parroquia. Sin embargo, solo la Jefatura de Agua Potable y Alcantarillado del GADM de Colta es la única entidad que purifica el agua mediante cloración, por lo que en la comunidad de Gatazo se emplean métodos alternativos como arena para mejorar la infraestructura y la filtración del agua.

Cabe señalar, que esta situación no es exclusiva de la parroquia Cajabamba. De hecho, el 94% de los sistemas de agua que abastecen a todo el cantón operan mediante

tuberías que no reciben ningún proceso de tratamiento físico-químico. Esta realidad, sumada al deterioro de los organismos administradores del agua, representan un problema grave que afecta tanto a la calidad del agua que consumen los habitantes como a la eficiencia del sistema de distribución (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Esta situación se ve reflejada en la percepción de la comunidad. Datos recabados en campo revelan que el 25% de la población hierve el agua como método de tratamiento previo a su consumo, lo que evidencia su preocupación y desconfianza en la calidad de este recurso.

▪ **Parroquia Sicalpa**

En la parroquia Sicalpa existen 36 juntas administradoras de agua que abastecen a 1.723 viviendas con un caudal de 46,8 L/s. Sin embargo, solo las Juntas de Agua Potable Guerraloma, Sicalpa Viejo y Hospital Gatazo son las únicas que distribuyen agua clorada. Incluso en estos casos, el mantenimiento de los sistemas se realiza de forma anual o hasta dos veces por año, lo que resulta insuficiente para garantizar un funcionamiento óptimo y evitar fugas o deterioros (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.1.3.4. Agua de riego

Las Juntas Administradoras de Agua en la parroquia Villa la Unión disponen de un caudal total de 1,520 L/s para el sector agrícola, beneficiando a un total de 1.535 usuarios. De este caudal, 1,401 L/s corresponden específicamente a la parroquia Sicalpa con 650 usuarios (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019), limitando las posibilidades de desarrollo agrícola y afectando la seguridad alimentaria de la comunidad.

4.1.1.3.5. Principales afectaciones al recurso hídrico

Las actividades humanas pueden generar diversos impactos negativos sobre el medio ambiente, incluyendo el recurso hídrico. Es así que, en el estudio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de la microcuenca del río Sicalpa, realizado por Cumbal & Ordoñez (2023), se determinó que las actividades antrópicas inciden sobre los cuerpos de agua superficiales, evidenciándose la presencia de coliformes fecales, fosfatos y nitratos, especialmente en la microcuenca media y baja del río Sicalpa, dando como resultado un Índice de Calidad del Agua (ICA) "regular".

En el mismo contexto, Salau & Soliz (2023) evaluaron la calidad del agua en la microcuenca Sicalpa utilizando macroinvertebrados como bioindicadores. Sus resultados evidenciaron la contaminación del agua, particularmente en áreas pobladas y zonas comerciales, donde los valores promedios del índice ABI alcanzaron 18,9 y 14,1, clasificando al agua como fuertemente contaminada.

Estos resultados concuerdan con las principales acciones contaminantes identificadas en un taller participativo organizado por el Equipo Consultor 2020 en el marco del PDOT 2019. Estas acciones incluyen la descarga directa de aguas residuales y efluentes domésticos al río Sicalpa, el pastoreo en las riberas del río que genera arrastre de materia fecal y aumenta la carga microbiana de coliformes fecales, la falta de buenas prácticas ambientales de las

industrias presentes, y las fumigaciones con químicos, especialmente en el sector Gatazos dedicado a la agricultura de hortalizas, entre otras.

4.1.1.4. Biodiversidad

En el cantón Colta, y por ende en la microcuenca Sicalpa, se exhibe una rica diversidad biológica gracias a su ubicación geográfica. Sin embargo, muchas especies endémicas se encuentran en peligro de extinción debido a prácticas de manejo inadecuado de los ecosistemas, como la tala indiscriminada de árboles o la expansión de la frontera agrícola (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.1.4.1. Flora

La variedad arbustiva, arbórea y herbácea que caracteriza a las parroquias del cantón se debe a la capacidad de adaptación de algunas especies a distintas zonas, como páramos, ríos, quebradas, zonas agrícolas y áreas boscosas. Cabe destacar que, además de esta flora adaptable, también existen especies exclusivas del cantón (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Especies vegetales en las distintas zonas de Colta

En las zonas de páramo principalmente las especies que se encuentran y que constituyen el pajonal son la cola de caballo (*Equisetum bogotense*), el sigse (*Cortaderia nitida*), la paja (*Stipa ichu*), el guanto (*Datura arborea*) y almohadillas de páramo (*Azorella pedunculata*) las cuales cumplen un papel crucial en la retención de agua, contribuyendo a la regulación del ciclo hidrológico (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Por otro lado, en las zonas de ríos y quebradas no solo se aprecia flora nativa, como los pencos (*Agave sisalana*), capulíes (*Prunus capulí*), chilca (*Baccharis latifolia*) y sayre (*No se registra*), los cuales son utilizados para la alimentación de animales, la obtención de leña, y en algunos casos para la construcción de viviendas. Sino también se encuentran árboles no autóctonos, como el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), el ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y el pino (*Pinus radiata*), que han sido introducidos en la zona.

En las zonas destinadas a la producción, es común encontrar una diversidad de cultivos, entre los más comunes: aloflige (*No se registra*), hilapo (*No se registra*), alfalfa (*Medicago sativa*), grama (*Pennisetum clandestinum*), ortiga (*Urtica dioica*), trébol (*Trifolium repens*), trinitaria (*Otholobium mexicanum*), tilo (*Sambucus nigra*), ruda (*Ruta graveolens*), verbena (*Verbena lotoralis*), entre otros.

Finalmente, especies como el capulí (*Prunus capulí*), quishuar (*Buddleja incana*), yagual (*Polylepis racemosa*), aliso (*Alnus acuminata*), guanto (*Datura arborea*), cabuya (*Agave filifera*) y cedrón (*Aloysia triphylla*), además de cinco plantas herbáceas: taraxaco (*Taraxacum officinale*), llantén (*Plantago major*), cashamarucha (*No se registra*), paja (*Stipa Ichu*) y trinitaria (*Otholobium mexicanum*), se encuentran distribuidas de manera aleatoria o formando cortinas rompevientos. Estas especies suelen emplearse en la alimentación animal o como medicina natural (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.1.4.2. Fauna

Colta posee una notable diversidad faunística que habitan en sus diversos ecosistemas. En los páramos se puede encontrar conejos (*Sylvylagus brasiliensis*), ratones de páramo (*Caenolestes* sp.), venados (*Odocoileus virginianus*) y sapos (*Bufo* sp.). Entre las especies comunes se encuentran los lobos (*Sylvylagus brasiliensis*), zorros (*Pseudalopex griseus*), huirachuros (*Pheucticus chrysopoeplus*), rucumanes (*No se registra*) y chucuri (*Mustela frenata*), mientras que especies como yutos (*No se registra*), muctiurus (*No se registra*) y tórtolas (*Zenaida auriculata*) son habituales en la zona. Sin embargo, solo el conejo (*Sylvylagus brasiliensis*) es consumido por los humanos, y la tórtola (*Zenaida auriculata*) se utiliza con propósitos medicinales.

También se encuentran especies como chucurís (*Mustela frenata*), raposas (*Marmosa robinsoni*) y ratones (*Caenolestes* sp.) en zonas de ríos y quebradas. Entre las aves más frecuentes se hallan palomas (*Columba livia*), tórtolas (*Zenaida auriculata*), huirachuros (*Pheucticus chrysopoeplus*) y mirlos (*Turdus chiguanco*). Además, se ha registrado la presencia de truchas (*Salmo trutta*) en los cuerpos de agua del cantón.

En cuanto a las zonas de producción y de bosque, existen una variedad de aves aparte de las mencionadas como los yutos (*No se registra*), colibríes (*Ensifera ensifera*), gavilanes (*Buteo magnirostris*), guarros (*Falco sparverius*) y perdices (*Alectoris rufa*). Entre los reptiles y anfibios más frecuentes de estas zonas se encuentran la lagartija (*Pholidobolus montium*) y el sapo (*Bufo* sp.), este último es valorado por sus propiedades medicinales. Según la medicina tradicional, la sangre de estos animales se utiliza para prevenir y tratar enfermedades respiratorias como el asma (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.1.5. Suelo

4.1.1.5.1. Tipo de suelo

La microcuenca Sicalpa, abarca una superficie de 112,18 km², donde predominan ampliamente los suelos del orden Andisol, seguidos por aquellos del orden Molisol, como se aprecia en la **Figura 12**, obtenida del portal SIGTIERRAS del año 2020.

En cuanto a la superficie que corresponde a no aplicable representa el 1,7% abarcando áreas en expansión urbana, bosques protectores y ríos dobles. Finalmente, las tierras misceláneas que representan el 5,2% de la superficie, son tierras que no están clasificadas como unidades taxonómicas. Entre estas áreas se encuentran barrancos, circos glaciares, playas marinas, estuarios y otras formaciones geográficas.

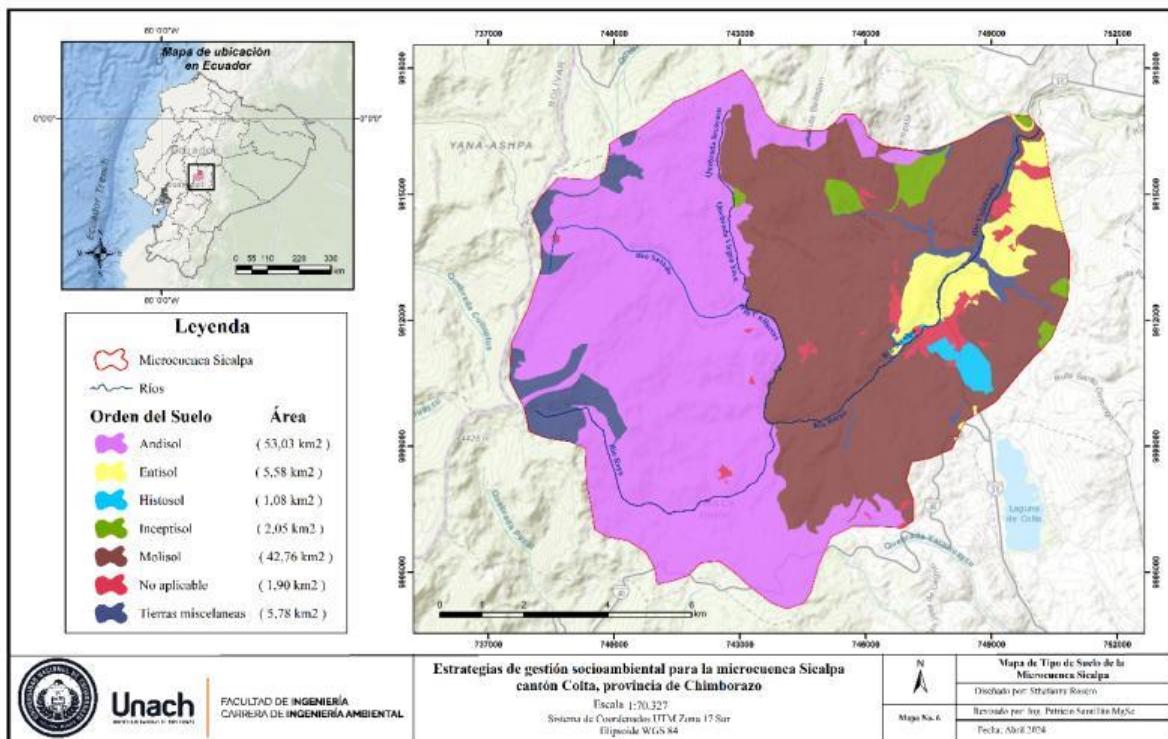
Descripción de los órdenes del suelo en la microcuenca Sicalpa

- a) **Andisol:** Se encuentran en mayor cantidad representando el 47,3% del total de la microcuenca, tienen la particularidad de ser suelos con alta retención de humedad.
- b) **Entisol:** Se caracterizan por ser los suelos de más baja evolución, representan el 4,9 % del área total, se encuentran al este de la microcuenca y son de fertilidad baja.
- c) **Histosol:** Representan el 0,1% de la superficie y se encuentran al sureste de la microcuenca. El único suborden, gran grupo y subgrupo encontrado es el Hydric

Haplohemists, el cual se caracteriza por presentar malas condiciones hídricas y alto contenido de materia orgánica.

- d) **Inceptisol:** Son suelos de baja a media evolución, representan el 1,8% de la microcuenca, son de textura franca y presentan fertilidad alta a mediana.
- e) **Molisoles:** Representan el 38,1% de la superficie total, se ubican de norte a sur en la microcuenca, son moderadamente profundos y de fertilidad alta a media.

Figura 12. Mapa de Órdenes de Suelo de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

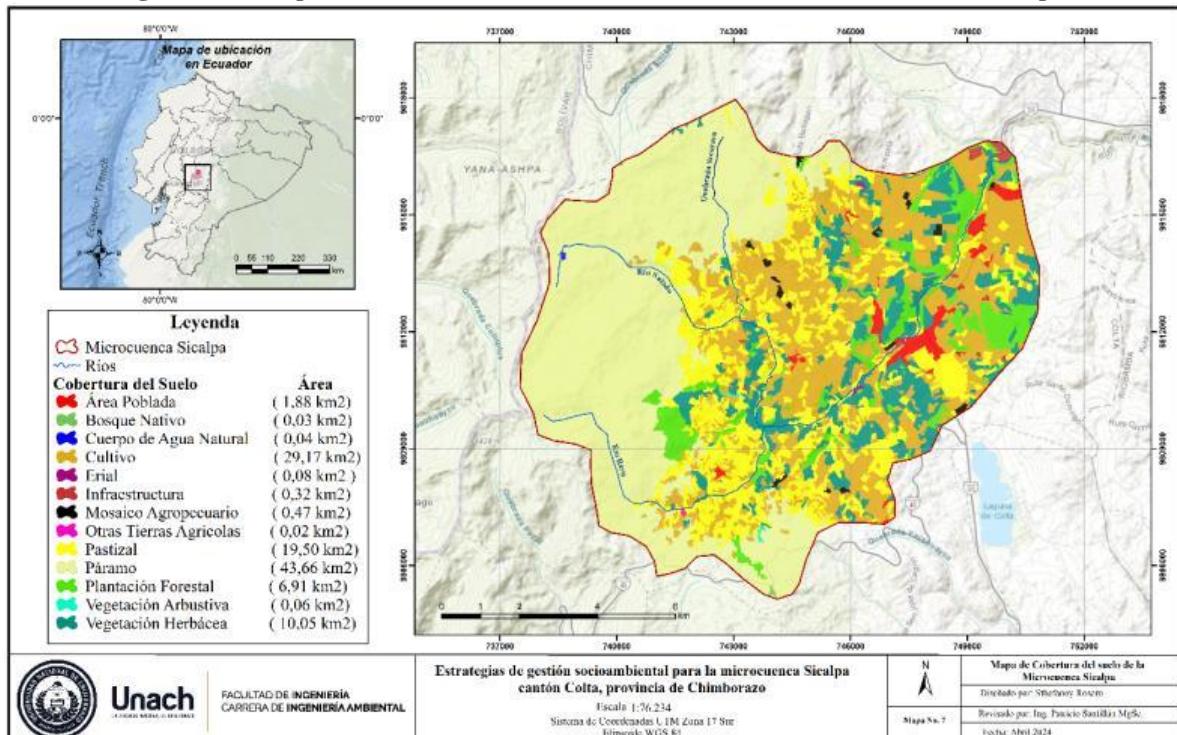
4.1.1.5.2. Cobertura de suelo

Mediante la **Figura 13**, elaborado con información recopilada en coordenadas WGS UTM 84 y complementada con la base de datos geoespacial de cobertura y uso del suelo proporcionada por el portal SIGTIERRAS del año 2020, se presenta la distribución de la cobertura de suelo en la microcuenca del río Sicalpa.

El páramo, con una cobertura del 38,9%, se destaca como la cobertura predominante. Este ecosistema ocupa una superficie aproximada de 4366 ha, lo que representa cerca del 5% del área total del cantón (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Además, la microcuenca Sicalpa se caracteriza por una significativa cobertura vegetal natural, conformada por diversos ecosistemas como bosque, pastizales, vegetaciones herbáceas y arbustivas. Entre ellos destacan los pastizales, que abarcan el 17,4% de la superficie, seguidos por los cultivos con un 26%. La vegetación herbácea ocupa el 8,9%, mientras que las plantaciones forestales y la vegetación arbustiva representan el 6,2% y el 0,1%, respectivamente. Cabe mencionar que los cuerpos de agua y el bosque nativo comparten un escaso porcentaje del 0,03% cada uno.

Figura 13. Mapa de Cobertura del suelo de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

En contraste con la amplia cobertura vegetal, las áreas antrópicas y las infraestructuras ocupan una proporción menor, alcanzando el 1,7% y el 0,3%, respectivamente. Esto se traduce en una superficie de 2,2 km² dedicada a actividades humanas y construcciones.

4.1.1.5.3. Uso de la tierra

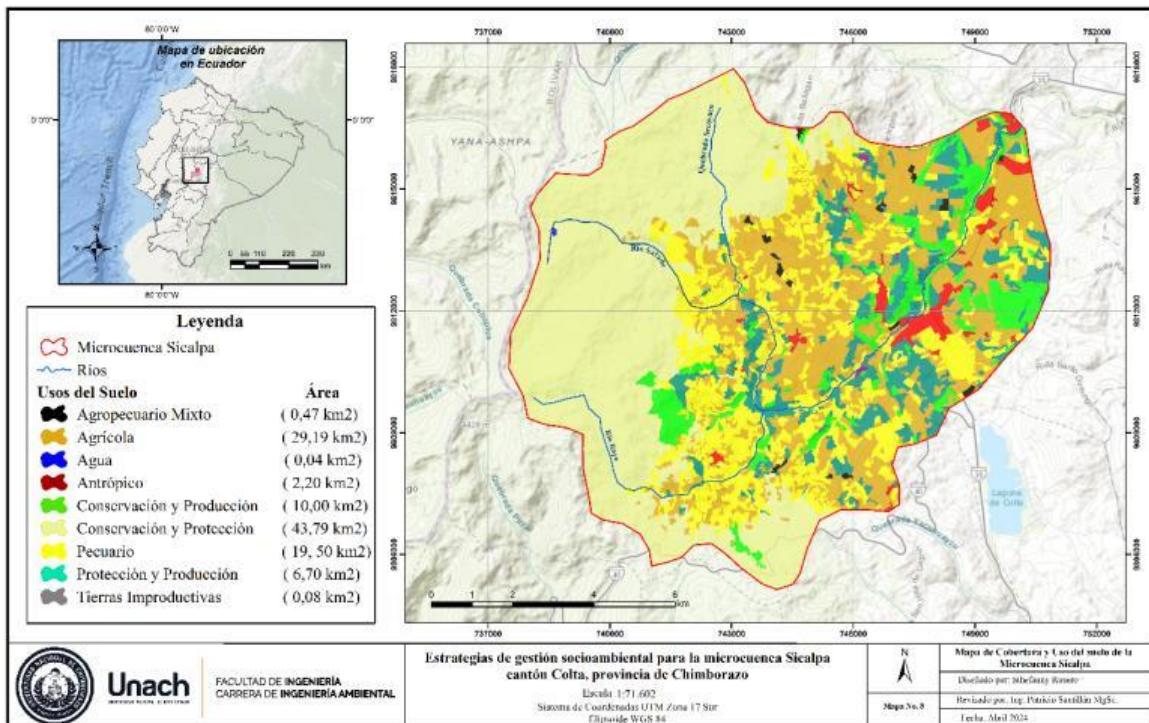
Las diferentes unidades de uso del suelo en la microcuenca del río Sicalpa se clasifican en categorías más generales de acuerdo con sus características comunes.

Como se observa en la **Figura 14**, la categoría más extensa en la microcuenca con un 54,1% de la superficie total (equivalente a 60,71 km²), corresponde a conservación, protección y producción del suelo. Esta categoría abarca principalmente áreas de páramo, así como remanentes de bosque y matorral húmedo.

El uso agrícola es la segunda categoría más extensa en la zona, con el 26,0% del territorio. Esta categoría incluye áreas dedicadas al cultivo de diversos productos, como maíz (*Zea mays L.*), papa (*Solanum tuberosum L.*), habas (*Vicia faba L.*), y cebada (*Hordeum vulgare L.*). Mientras que el 17,4% pertenece al uso pecuario, abarcando áreas destinadas a la crianza de ganado vacuno, ovino y porcino.

Referente a los usos antrópicos, abarcan el 1,9% de la superficie total y en cantidades mínimas se encuentran: el uso agropecuario mixto (0,4% de la superficie total), las tierras improductivas (0,1%) y los cuerpos de agua (0,03%). Estas categorías representan una pequeña porción de la microcuenca, sin embargo, representan la misma importancia que las categorías mencionadas anteriormente.

Figura 14. Mapa de Uso del suelo de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

4.1.1.5.4. Avance de la frontera agrícola en la microcuenca del río Sicalpa

El estudio de Manjarres & Oviedo (2022) proporciona evidencia concreta del avance de la frontera agrícola en la microcuenca Sicalpa. Según el análisis de cobertura del suelo entre los años 2001 y 2021 la zona urbana experimentó el mayor crecimiento, pasando del 0,5% al 2,6%. Seguido de la categoría Plantación forestal, la cual también registró un ligero aumento del 0,4% desde el año 2001 al 2021.

En contraste, las coberturas de cultivo-pasto y humedal mostraron tendencias decrecientes de 0,1% y 0,3% entre los años 2009 al 2021. Sin embargo, la cobertura de páramo evidenció la disminución más significativa del 14,3% en un período de 20 años pasando de 4129 ha en el año 2001 a 3538 ha en el año 2021.

Es importante mencionar que, las encuestas realizadas revelan que la mayor parte de la comunidad (62,5% de los habitantes) utilizan fertilizantes químicos en la mayoría de sus cultivos, mientras que el 43,8% mencionan que utilizan plaguicidas. Sin embargo, la falta de educación sobre la aplicación adecuada de estos productos limita la conciencia poblacional sobre sus impactos ambientales. Esta situación, junto con el considerable aumento de las tierras agropecuarias, ha impulsado significativamente el avance de la frontera agrícola en la microcuenca Sicalpa (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

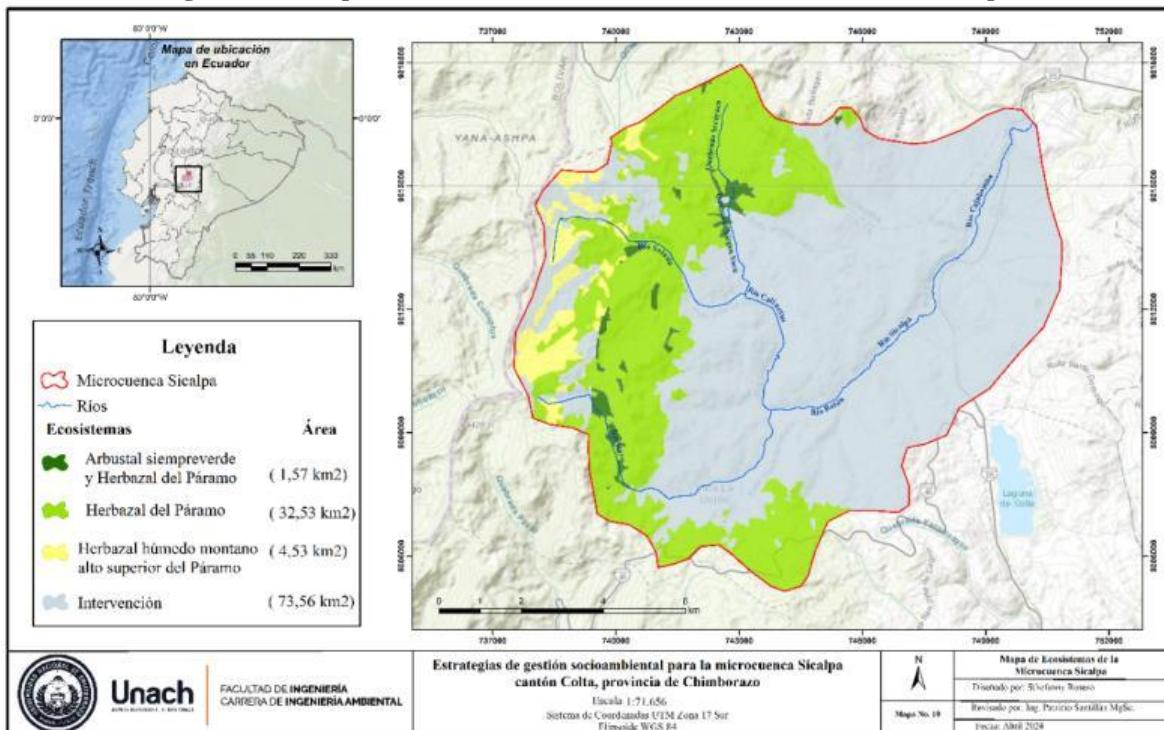
4.1.1.6. Servicios ecosistémicos

Se entiende como servicios ecosistémicos a los beneficios que un ecosistema ofrece a la sociedad como resultado de sus procesos naturales (MAE et al., 2018). La microcuenca del río Sicalpa presenta tres tipos de ecosistemas (**Figura 15**), de los cuales el ecosistema

Herbazal del Páramo ocupa la mayor extensión, con un 28,9% del área total. Este ecosistema se caracteriza por la variedad de especies adaptadas a las condiciones climáticas frías y húmedas de alta montaña.

Cabe resaltar que los páramos son uno de los ecosistemas más destacados debido a los servicios ecosistémicos que brindan, tanto a nivel biológico, hidrológico, social, cultural y económico (Pinos et al., 2021). Entre sus principales funciones, se encuentra la regulación hídrica y la reducción de la emisión de CO₂ a la atmósfera, como resultado de la capacidad de los suelos para capturar carbono, lo cual ayuda a mitigar los efectos del cambio climático.

Figura 15. Mapa de Ecosistemas de la microcuenca del río Sicalpa



Elaborado por: Autora

El siguiente ecosistema es el “Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo”, aunque de menor extensión ocupa un área significativa de 4,0%. Este ecosistema se distingue por la presencia de pajonales húmedos y musgos. Finalmente, el ecosistema “Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo”, caracterizado por la presencia de arbustos siempreverdes junto con vegetación herbácea ocupa una superficie de 1,4% del área total.

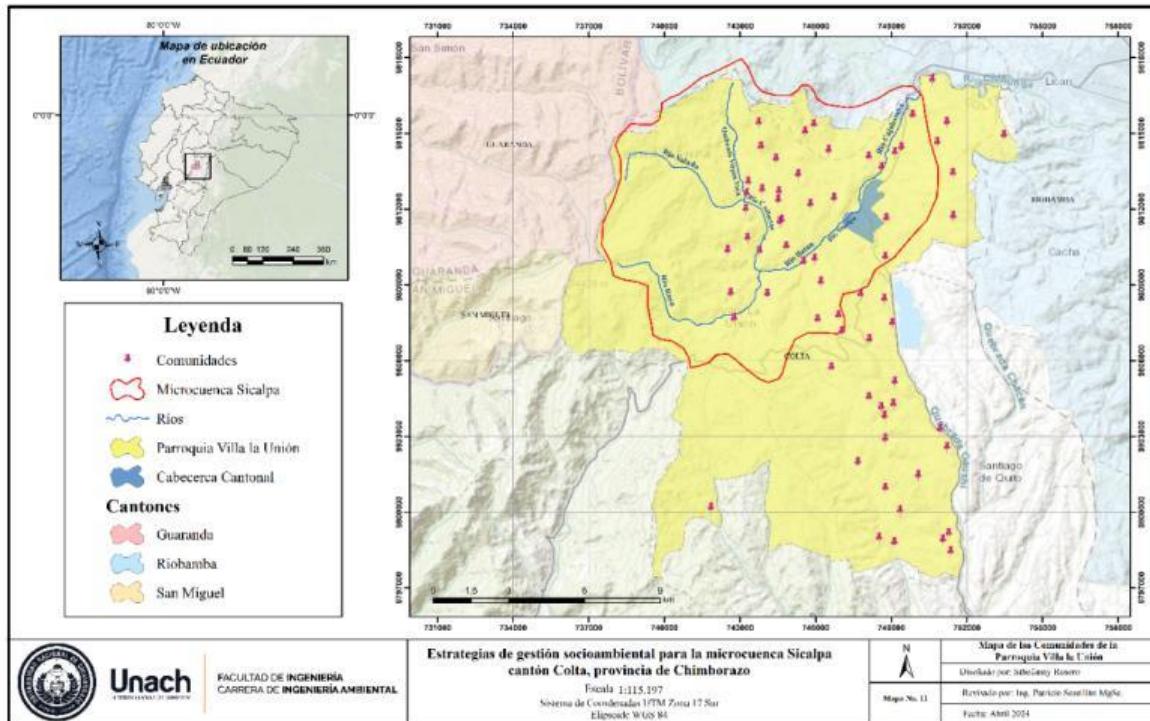
4.1.2. Variables Socioeconómicas

En lo que respecta al ámbito socioeconómico de la microcuenca del río Sicalpa, se tomó en consideración la totalidad de la parroquia "Villa la Unión", la cual está conformada por las parroquias urbanas de San Sebastián de Cajabamba y San Lorenzo de Sicalpa. Esta decisión se fundamenta en que la microcuenca de estudio ocupa una parte significativa de dicha parroquia, como se observa en la **Figura 16**.

Es necesario resaltar, que la colaboración de Don Thomas Pucha, residente de la comunidad 20 de Agosto, fue fundamental para este estudio. Su notable influencia y acogida

en la zona permitieron obtener información actualizada y precisa sobre las variables sociales de interés.

Figura 16. Mapa de la Parroquia Villa la Unión



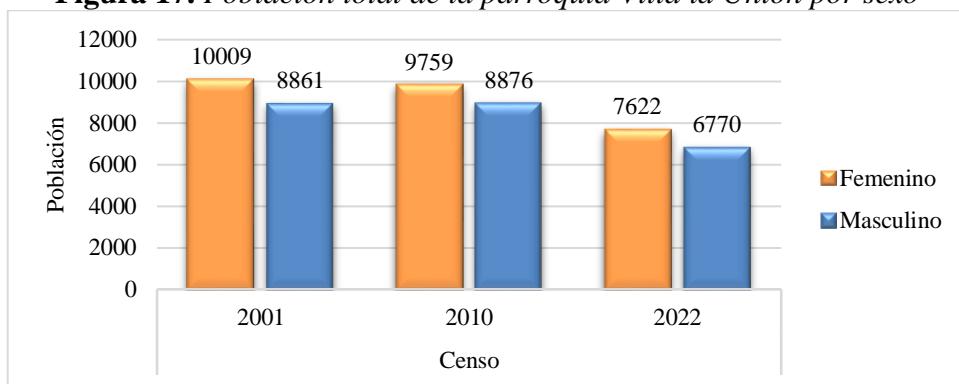
Elaborado por: Autora

4.1.2.1. Población

Según los datos del censo INEC 2022, en la parroquia Villa la Unión reside un total de 14.392 habitantes, compuesta por 6.770 hombres y 7.622 mujeres. De este total, 1.786 viven en áreas urbanas, mientras que los 10.818 restantes habitan en zonas rurales. En cuanto su composición étnica, el 87,6 % de la población se identifica como indígena, el 12,2% como mestizo/a y solo el 0,1% como afroecuatoriano/a.

No obstante, la población total de esta parroquia representa una disminución notable en comparación con años anteriores. La **Figura 17** ilustra esta tendencia, mostrando que la población femenina y masculina ha experimentado una reducción del 21,9% y 23,7%, entre los años 2010 y 2022.

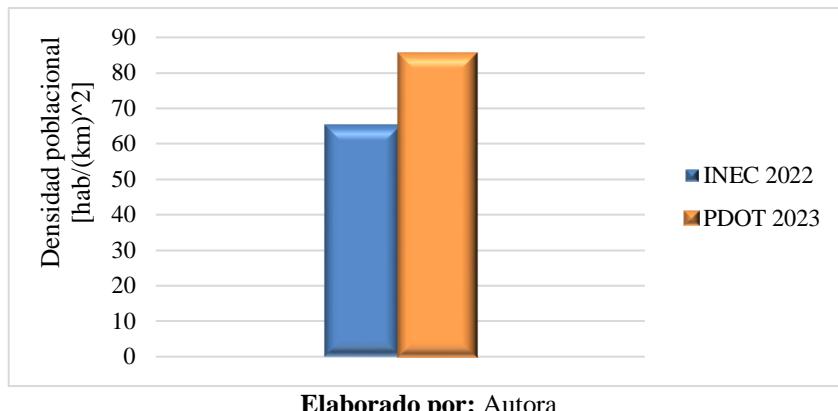
Figura 17. Población total de la parroquia Villa la Unión por sexo



Fuente: INEC, (2022)

Sin embargo, de acuerdo con la información proporcionada en el borrador del PDOT 2023, la parroquia actualmente cuenta con una población total de 18.719 habitantes, distribuidos en una superficie de 219.886 km² (**Figura 18**). Esto se traduce en una densidad poblacional de 85,131 hab/km², por lo que este dato comparado con la cifra del INEC 2022 presenta una variación de 19,681 hab/km².

Figura 18. Densidad Poblacional de la Parroquia Villa la Unión



Comunidades en la parroquia Villa la Unión

La parroquia Villa la Unión alberga un total de 77 comunidades con 15.548 habitantes. Sicalpa, por su parte, cuenta con 63 comunidades y 8.643 habitantes, mientras que Cajabamba tiene 14 comunidades y 4.424 habitantes.

En las parroquias urbanas, la denominación "comunidades" no es utilizada, sino la de "barrios con personería jurídica". En este sentido, además de las comunidades descritas, tanto la parroquia Sicalpa como Cajabamba cuentan con 6 barrios cada una, con 918 y 1.563 habitantes respectivamente (GAD Municipal del Cantón Colta, 2023).

4.1.2.1.1. Natalidad y mortalidad

▪ Natalidad

En el cantón Colta se registraron un total de 404 nacimientos de hijas/os vivos/as en el año 2022. De este total, 219 corresponden a nacimientos de hombres y 185 a nacimientos de mujeres. En relación con la fecundidad, las mujeres en el rango de edad entre 12 y más años representan el 2,4% del promedio de hijas/os nacidos/as vivos/as por mujer del cantón (INEC, 2022).

▪ Defunciones

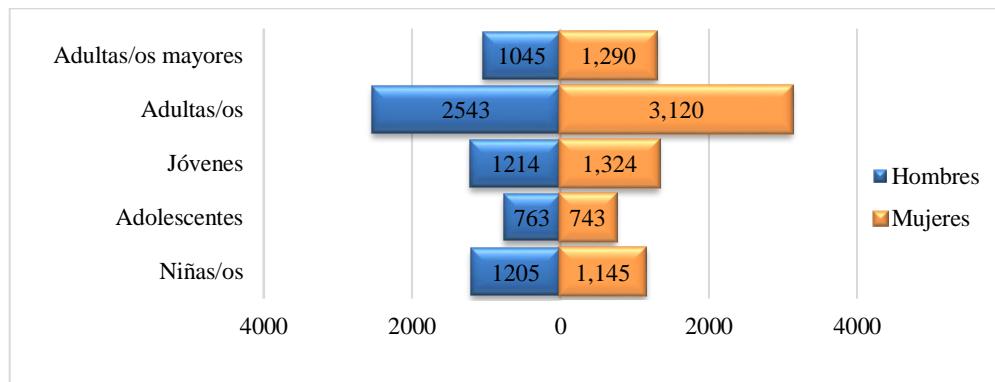
En cuanto a la mortalidad, las defunciones registradas en Colta durante el año 2022 alcanzan un total de 284 casos según el cantón de residencia del fallecido. De este total, 141 corresponden a defunciones de hombres y 143 a defunciones de mujeres (INEC, 2022).

En el caso de los hombres, el rango de edad con mayor incidencia de defunciones se encuentra entre los 85 y 89 años, con un total de 31 casos. En cuanto a las mujeres, el rango de edad con mayor mortalidad se ubica entre los 80 y 84 años, con 26 casos (INEC, 2022).

4.1.2.1.2. Edad

La composición de la población de la parroquia Villa la Unión ha sido descrita mediante el uso de la **Figura 19** que nos permite ver con claridad las características de la población por rangos de edad y categorías específicas como: niños (de 0 a 11 años), adolescentes (de 12 a 17 años), jóvenes (de 18 a 29 años), adultos (30 a 64 años) y adultos mayores (mayores a 65 años).

Figura 19. Estructura de la población por sexo y etapa de vida



Fuente: INEC, (2022)

Este análisis revela que el grupo predominante en esta parroquia son los adultos de 30 a 64 años, quienes representan el 39,3% de la población total. Esta cifra concuerda con los resultados obtenidos en las encuestas realizadas, donde el porcentaje de adultos alcanza el 43,8%.

4.1.2.1.3. Migración y movilidad social

La migración, tanto dentro o fuera de un país, ya sea permanente o temporal, genera impactos tanto positivos como negativos en diversos ámbitos, incluyendo socioeconómicos, políticos, demográficos y culturales (Chackiel, 2009).

Su estudio se lleva a cabo considerando la distribución geográfica de la población, la cual se divide en dos grandes escenarios:

- Migración externa:** Se refiere a la movilidad de la población local fuera del territorio nacional. En Villa la Unión, entre noviembre de 2010 y marzo de 2023, se registraron 75 casos de emigración internacional (42 hombres y 33 mujeres), la mayoría de ellos jóvenes de 25 a 30 años. El destino más frecuente fue Estados Unidos, con 64 casos, le siguió Argentina con 5 casos y finalmente Chile y España con 2 casos cada uno (INEC, 2022).

Inmigración: El fenómeno migratorio internacional en la parroquia se refleja en la presencia de 28 personas. Este grupo de inmigrantes está compuesto por 17 hombres y 11 mujeres (INEC, 2022).

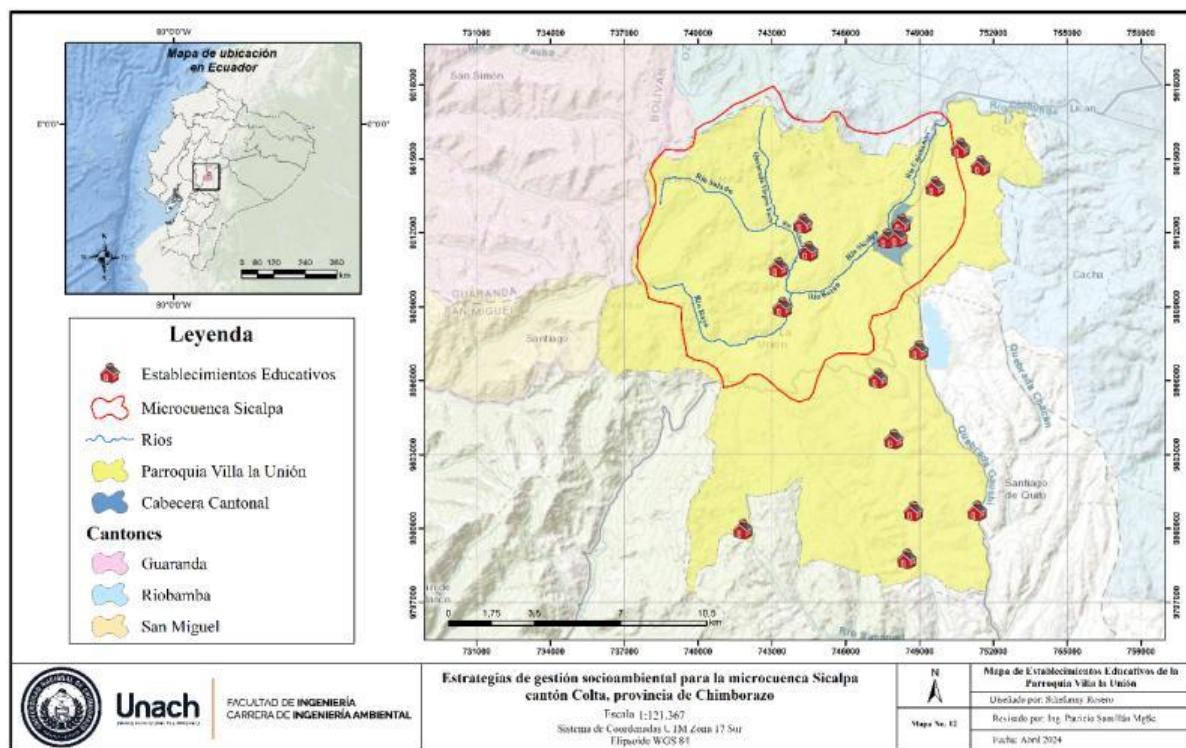
- Migración Interna:** Según el Sistema Nacional de Información, se refiere a los desplazamientos geográficos de la población dentro de las fronteras nacionales. Este tipo de migración tiene una influencia directa en los procesos de urbanización. En Colta, la tasa neta de migración interna es negativa, lo que significa que, en promedio 3.069

personas abandonan el cantón para establecerse en otro lugar (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.2. Educación

La educación integral es un derecho humano fundamental consagrado en la Constitución de la República del Ecuador, que la define como obligatoria hasta el nivel básico y gratuita en todos sus niveles.

Figura 20. Cobertura del servicio de educación en la parroquia Villa la Unión



Elaborado por: Autora

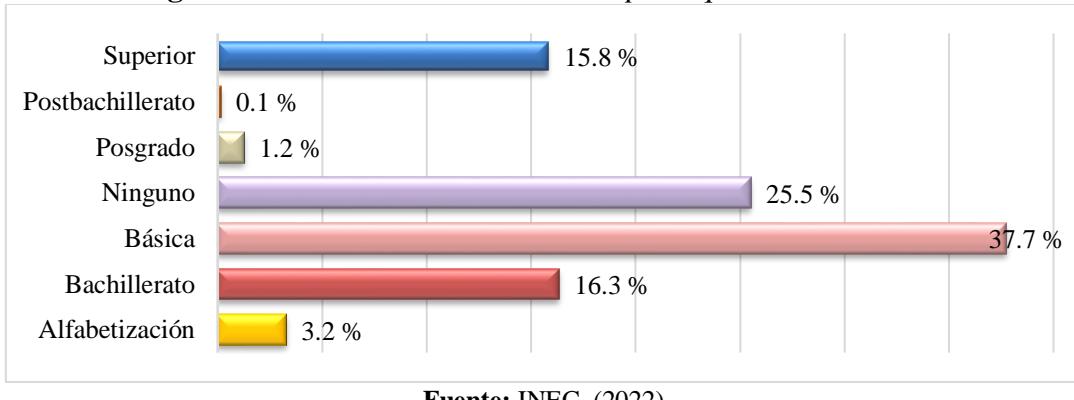
La parroquia Villa la Unión alberga el mayor número de unidades educativas del cantón Colta, con un total de 18 instituciones (**Figura 20**), las cuales tienen un mayor énfasis en la educación básica. Esta situación se debe a los vínculos existentes con los cantones limítrofes, en este caso Riobamba y Guamote (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.2.1. Nivel de instrucción

En las parroquias rurales del cantón Colta el nivel de instrucción más alto es el básico, abarcando el 37,7% de la población, seguido por aquellos que no han cursado ningún nivel de estudios, con un 25,5% (**Figura 21**).

Sin embargo, según los datos recopilados en campo, el 46,9% de los habitantes indican que el nivel educativo predominante en sus comunidades es el bachillerato, seguido por el nivel de educación básica con un 31,3%. Tan solo el 9,4% menciona que predominan los estudios de tercer nivel, mientras que el mismo porcentaje afirma que son los estudios inconclusos.

Figura 21. Nivel de Instrucción de la parroquia Villa la Unión

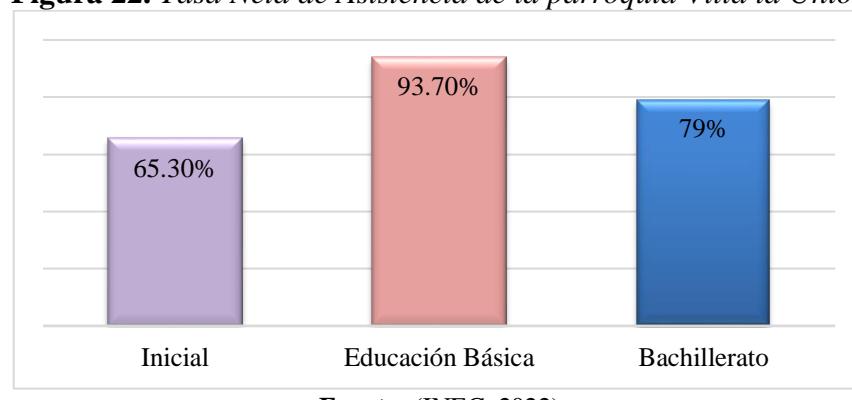


4.1.2.2.2. Escolaridad

De acuerdo con el MINEDUC, la escolaridad promedio se calcula como el promedio de años de estudio completados por la población de 24 años o más, en relación con el total de personas en ese rango de edad.

En Villa la Unión, la escolaridad promedio es de 7,5%, cifra que refleja un avance notable de 2,45% desde el año 2010 (INEC, 2022). En cuanto a la tasa de asistencia neta de la parroquia, el 93,7% es en Educación Básica, el 79% en Bachillerato, un 65,3% en Educación Inicial y solo el 12,7% de la población presenta un título en Educación Superior ya sea en universidades o tecnológicos (**Figura 22**).

Figura 22. Tasa Neta de Asistencia de la parroquia Villa la Unión



Cabe destacar que la tasa de asistencia neta a Educación General Básica ha aumentado de 91,5% en el año 2010 a 93,7% en el 2022. No obstante, donde se ha producido un avance significativo es en la tasa neta de asistencia a Bachillerato, la cual ha pasado del 46,5% en el 2010 al 79% en el 2022, lo que evidencia el progreso educativo alcanzado en la parroquia durante los últimos años.

4.1.2.2.3. Analfabetismo

Villa la Unión ha logrado una reducción significativa del analfabetismo, situándose la tasa actual en 20,2% de la población. Esta cifra representa una mejora notable del 7,4% en comparación con el año 2010. Sin embargo, es importante resaltar que existe una brecha

de género evidente. Las mujeres son las más afectadas con una tasa del 26%, mientras que en los hombres la cifra es del 13,3% (INEC, 2022).

4.1.2.3. Actividades productivas

La agricultura y la ganadería constituyen la principal actividad económica y fuente de ingresos para la mayoría de los habitantes de la parroquia. A estas actividades primarias se suman otras como el comercio, que también representan medios de sustento para algunas familias (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.3.1. Agricultura

Se erige como uno de los pilares económicos fundamentales según lo indican el 93,75% de los encuestados. Esta actividad se desarrolla durante todo el año, con el cultivo de diversos productos, entre los que destacan: papa (*Solanum tuberosum L.*), cebada (*Hordeum vulgare L.*), cebolla colorada (*Allium cepa l.*), haba (*Vicia faba. L*), maíz (*Zea mays L.*), avena (*Avena sativa*), quinua (*Chenopodium quinoa W*), brócoli (*Brassica oleracea L.Var. Itálica*), etc. Estos productos agrícolas se comercializan principalmente en los mercados de Guayaquil, Riobamba y Guamote (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

- **El cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa W*):** Ha adquirido gran relevancia, debido a su alto valor nutricional y la versatilidad del grano. En Cajabamba, existen tres centros de acopio de cereales: Gatazo Zambrano, Gatazo Santa Elena y Gatazo Hospital Centro, donde se concentra su producción para su posterior distribución.
- **Cultivos de hortalizas y plantas medicinales:** La producción de hortalizas, especialmente el brócoli (*Brassica oleracea*), han experimentado un crecimiento constante y sostenible, convirtiéndose en un importante producto de exportación. Además, en los últimos años, se ha observado la incorporación de plantas medicinales a la producción agrícola (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).
- **El agua de riego en actividades agropecuarias:** De las 5.231 hectáreas de superficie productiva de la parroquia Villa la Unión, solo el 40,5% cuenta con un sistema de riego, especialmente en las áreas dedicadas al cultivo de hortalizas. El 59,5% restante, sin embargo, no dispone de este recurso esencial para las actividades agropecuarias. Cabe destacar que la mayor parte de la producción agrícola se destina al autoconsumo, mientras que los excedentes se comercializan principalmente en el Mercado Central, ubicado junto al Municipio (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.3.2. Agropecuario

Colta se caracteriza por su vocación eminentemente agropecuaria, y la parroquia Villa la Unión se erige como un claro ejemplo de esta realidad.

- **Producción de ganado bovino:** La ganadería bovina para la producción de leche en la parroquia representa el 2,7% del total del cantón, concentrando en la parroquia Sicalpa

la mayor cantidad de ganado bovino con 7158 animales, de los cuales 2323 son vacas en producción de leche. Al contrario, la parroquia Cajabamba tienen el menor número de animales con 1174 cabezas de ganado (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

- **Producción de leche en Villa la Unión:** De acuerdo con datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del año 2019, en la parroquia se registra una producción diaria de leche de 31.674 litros. En cuanto a la comercialización, los productores locales indican que una parte significativa de su producción se destina a la industria láctea en otras parroquias, ya que en Villa la Unión no se dispone de centros de acopio de leche ni industrias artesanales de lácteos. Sin embargo, si existen pequeños negocios dedicados a este rubro, generando el 28% de las ganancias totales del cantón, a un promedio de venta del litro de leche de 0.33 dólares (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).
- **Producción de ganado ovino:** Es el segundo rubro pecuario de mayor relevancia. Esta actividad no solo proporciona a las familias campesinas carne de alta calidad para su alimentación, sino que también ofrece otros beneficios tangibles, como el estiércol para el abono del suelo y la lana para la elaboración de prendas de vestir.

4.1.2.3.3. Agroindustria

La parroquia Villa la Unión alberga diversas empresas que contribuyen al desarrollo económico local. Entre estas, se destaca la presencia de la microempresa molinera artesanal ubicada en la parroquia Cajabamba, la cual se dedica a la producción y secado de manzanilla orgánica, brindando un servicio esencial a los habitantes del sector y sus alrededores (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Asimismo, se tiene la presencia de organizaciones de comercialización y producción agrícola. Entre ellas la Empresa de Brócoli ubicada en la comunidad Gatazo Zambrano, la Fundación Maquita Cushunchic (MCCH) y las asociaciones de productores de manzanilla y quinua, las cuales están representadas a nivel provincial por la Corporación de Productores y Comercializadores Orgánicos Bio Taita Chimborazo (COPROBICH) (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.3.4. Turismo

Colta posee una riqueza natural y cultural que, a pesar de su evidente potencial, no se ha aprovechado plenamente en el ámbito turístico. Según información recopilada directamente con la población, el 50% de los habitantes de las distintas comunidades consideran que existen lugares con gran atractivo turístico (**Tabla 8**).

Un ejemplo de la belleza natural que mencionan son los páramos de Guiñatus y Navag con sus lagunas y ríos o el cerro Cunambay donde se pueden observar diversas especies de flora y fauna. En cuanto a la riqueza cultural, se destacan las Catacumbas, la Iglesia de Balbanera, las ruinas de la antigua Riobamba, y la iglesia de la virgen de Las Nieves de Sicalpa (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Tabla 8. Atractivos turísticos de la parroquia Villa la Unión

Parroquia Sicalpa	Parroquia Cajabamba
Complejo Turístico Cunucpogyo (kunuk Pukyu)	Iglesia de San Sebastián
La Iglesia de Balbanera	Parque “Juan de Velasco”
Sicalpa o Ruinas de la antigua Riobamba	Santuario de Santo Cristo
Archibasílica de Nuestra Señora de Las Nieves de Sicalpa	Casa del Sabio Pedro Vicente Maldonado (Biblioteca Municipal)
Iglesia de San Lorenzo	Museo Histórico

Fuente: GAD Municipal del Cantón Colta, (2019)

4.1.2.3.5. Otros

El comercio es otro sector de importancia que genera ingresos para algunos habitantes de la parroquia. Entre las actividades comerciales más destacadas se encuentran:

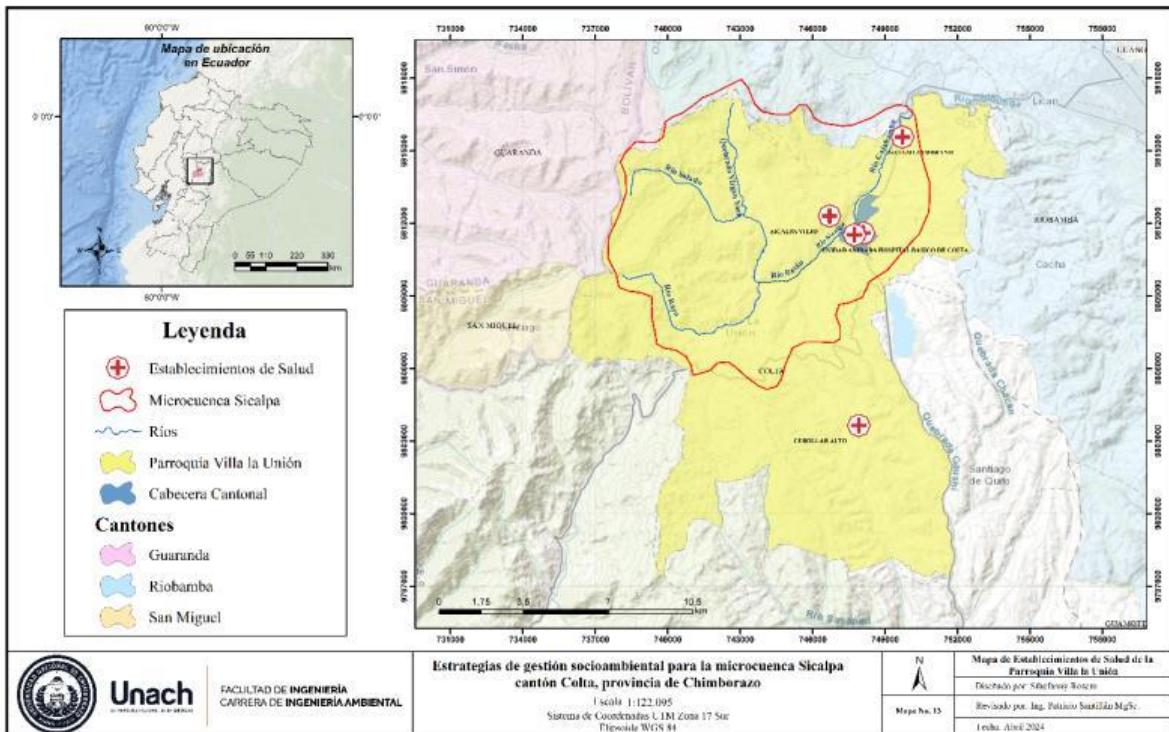
- **Manufactura y artesanías:** Esta actividad impulsada principalmente por mujeres, quienes han encontrado una forma de mantener viva la cultura local y a la vez generar ingresos económicos para sus hogares, ha sido fomentada mediante la implementación de centros artesanales y el apoyo a las comunidades. En estos emprendimientos se confeccionan diversos productos tradicionales como: ponchos, anacos, fajas o chumbis, tejidos de lana de borrego y bordados (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).
- **Feria Indígena Artesanal:** En esta vibrante feria realizada los días lunes, miércoles, jueves y domingos, los principales productos que se expenden son: anacos, bayetas, blusas típicas, chalinas, pantalones, bufandas, shigras, sombreros, joyas, ponchos y faldas, pero la producción artesanal representativa son los textiles de los kichwas del sector (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).
- **Artesanías de totora:** La totora, una planta acuática que crece en la Laguna de Colta, también se utiliza para elaborar diversos productos, como cortinas, individuales, pulseras, porta maceteros, porta botellas, bolsos y una variedad de figuras decorativas. Un producto que resalta son los caballos de totora, su producción diaria suele oscilar entre 2 y 5 unidades, con precios que varían entre \$3 y \$15 USD. Sin embargo, esta artesanía ha permanecido casi desapercibida por la poca acogida e importancia dada a los artesanos que la elaboran (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.4. Salud

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define la salud como: "un estado de perfecto bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad".

En la parroquia Villa la Unión existen 5 establecimientos de salud que favorecen al territorio, con un nivel de atención 1, 2 y servicios de salud móvil (**Figura 23**). En cuanto a la tipología de estos servicios se cuenta con 3 puestos de salud, 1 centros de salud tipo A y 1 hospital básico (Ministerio de Salud Pública, 2020).

Figura 23. Mapa de los Establecimientos de Salud de la parroquia Villa la Unión



Elaborado por: Autora

Es importante mencionar que los habitantes de las comunidades que carecen de subcentros de salud o dispensarios médicos deben trasladarse a los centros de salud más cercanos, e incluso a subcentros privados. No obstante, según la información recopilada en campo, solo el 15,6% de la población aporta al IESS Seguro General, el 56,3% aporta al Seguro Social Campesino (SSC), y el resto no cuenta con ningún tipo de seguro. Estos datos revelan que una parte significativa de la población no tiene cobertura de seguro de salud, lo que puede generar dificultades para acceder a servicios médicos y comprometer su bienestar.

Principales enfermedades de la población de la parroquia Villa la Unión

En el año 2019 se brindaron 2931 atenciones médicas, de las cuales el 36,1% corresponde al género masculino y el 63,9% al género femenino. Los principales diagnósticos atendidos fueron: Amigdalitis aguda no especificada representando el 29,3% de casos; Faringitis aguda con un 17,3% de incidencia; Infecciones de vías urinarias alcanzando un 14,6% y la Rinofaringitis aguda (resfriado común) representando el 10,3% de las personas atendidas (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

Cabe destacar que la amigdalitis y la rinofaringitis agudas, no solo son enfermedades comunes en la parroquia Villa la Unión, sino también a nivel cantonal. Esto se debe principalmente a las variaciones climáticas y al clima frío predominante de la zona, característico de los páramos (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

A parte de ello, los problemas de salud pública más frecuentes mencionadas por los habitantes son: a) Enfermedades respiratorias como la neumonía, la bronquitis y las alergias b) Enfermedades gastrointestinales relacionadas principalmente con la calidad del agua y c)

La desnutrición tanto aguda como crónica, considerada una de las principales preocupaciones, ya que afecta principalmente a los niños.

4.1.2.5. Vivienda

La vivienda es un elemento fundamental para el bienestar y la calidad de vida de las personas. De acuerdo con el INEC 2022, en la parroquia de estudio existen 8.501 edificaciones, de las cuales 8.493 son viviendas particulares y 8 son colectivas.

En cuanto al material predominante de construcción, el 94,6% de las viviendas son de hormigón, ladrillo o bloque, seguido por paredes de adobe o tapai (4,7%), caña revestida o baraque (0,3%) y madera (0,2%).

Estos datos encajan con las encuestas realizadas, donde el 93,8% de los encuestados mencionaron que el material de construcción predominante en sus comunidades es el ladrillo o el bloque, mientras que el 6,2% mencionó el adobe.

4.1.2.5.1. Disponibilidad de servicios básicos

La cobertura de servicios básicos en la parroquia presenta algunas deficiencias, especialmente en el alcantarillado, donde solo el 49,3% de las viviendas cuenta con este servicio, viéndose obligados a buscar otras alternativas (INEC, 2022).

Según información recopilada en campo, el 59,4% de los encuestados mencionaron que sus comunidades cuentan con pozo séptico y el 3,1% tiene letrina. Además de este servicio, los habitantes mencionaron que no cuentan con servicios de internet y teléfono con un 53% y 31% respectivamente.

Referente al abastecimiento de agua potable, si bien el 95,6% de la población tiene acceso a red pública (INEC, 2022), existe una realidad contrastante en cuanto a las fuentes utilizadas para el abastecimiento de agua. Una parte significativa de la población (68,8% de los encuestados) menciona que se abastece por medio de ojos de agua, mientras que el 28,1% indica que obtiene el agua de los páramos.

4.1.2.5.2. Hogar

En la parroquia Villa la Unión se registran 4.803 hogares, donde el 70% de los casos el hombre suele ser el representante del hogar. No obstante, las encuestas realizadas indican con un 71,9% que tanto el padre como la madre son la cabeza de familia. En cuanto a la distribución del número de miembros por hogar, según los datos obtenidos durante el levantamiento de información, prevalecen los hogares con 4 y 5 personas o más, con porcentajes del 40,6% y 37,5%, respectivamente.

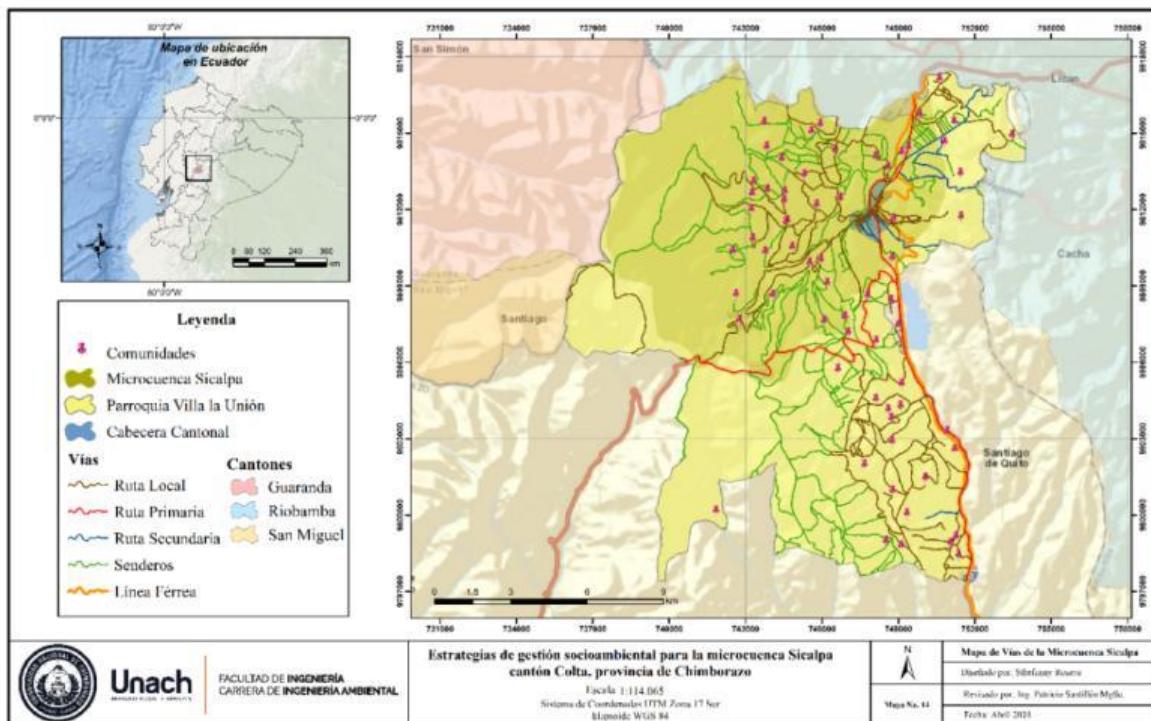
4.1.2.6. Vías de acceso

Villa la Unión goza de una excelente conectividad vial, gracias a importantes vías que la conectan con otras ciudades al norte y a la costa. Entre estas vías se encuentra la Carretera Panamericana García Moreno y la interregional que une las provincias de Chimborazo con el Guayas (**Figura 24**). Si bien la red vial es extensa y cuenta con

bifurcaciones que parten de la carretera Panamericana para acceder a la mayoría de las comunidades, el paso del tiempo ha provocado que algunos tramos se deterioren.

Según datos del borrador del PDOT 2023 del cantón, se registró un total de 127 carreteras en la zona, de las cuales 64 se encuentran en buen estado, 39 en mal estado y 24 en estado regular. Además, el 37,8% de estas vías son de piedra, el 22,1% de tierra, el 18,1% de lastre, el 9,5% de asfalto, y solo el 8,7% se encuentran pavimentadas con piedra y el 3,2% son empedradas.

Figura 24. Mapa de Vías de la parroquia Villa la Unión



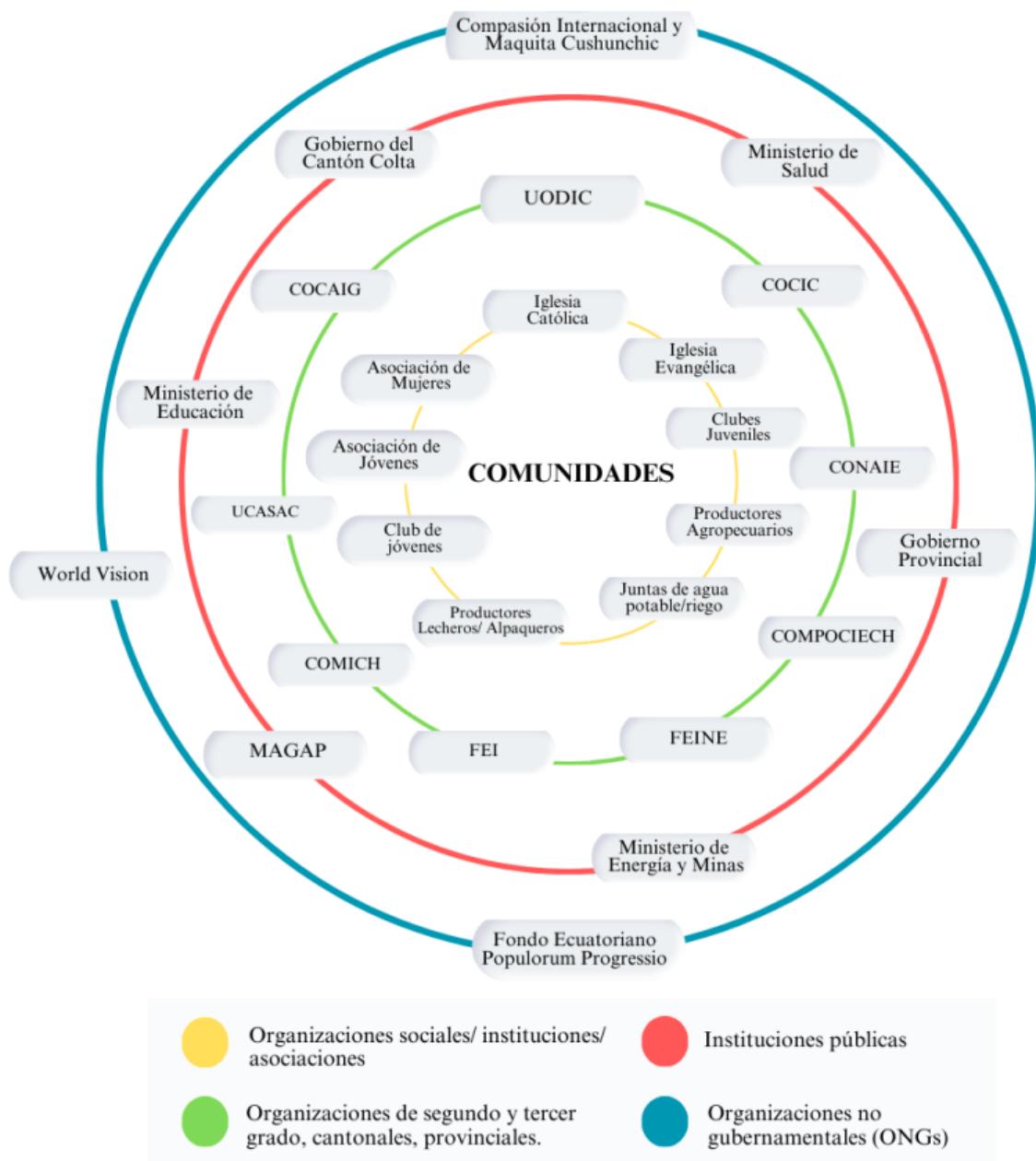
Elaborado por: Autora

En cuanto al transporte, la parroquia cuenta con los servicios de transporte público como la Cooperativa Colta S.A. que ofrece viajes exclusivos desde Sicalpa y Cajabamba hacia Riobamba y viceversa, o la Cooperativa Ñuca Llacta, que ofrece viajes diarios desde Riobamba hacia Cajabamba y otras comunidades. Estos servicios también son utilizados por los habitantes de las parroquias urbanas, facilitando la movilidad y el acceso a oportunidades de trabajo, educación y salud (GAD Municipal del Cantón Colta, 2019).

4.1.2.7.Niveles de organización

Como se observa en la **Figura 25**, las comunidades de la parroquia Villa la Unión se organizan internamente a través de diferentes estructuras, tanto dentro de su territorio como en su representación externa.

Figura 25. Diagrama de los niveles de Organización de Villa la Unión

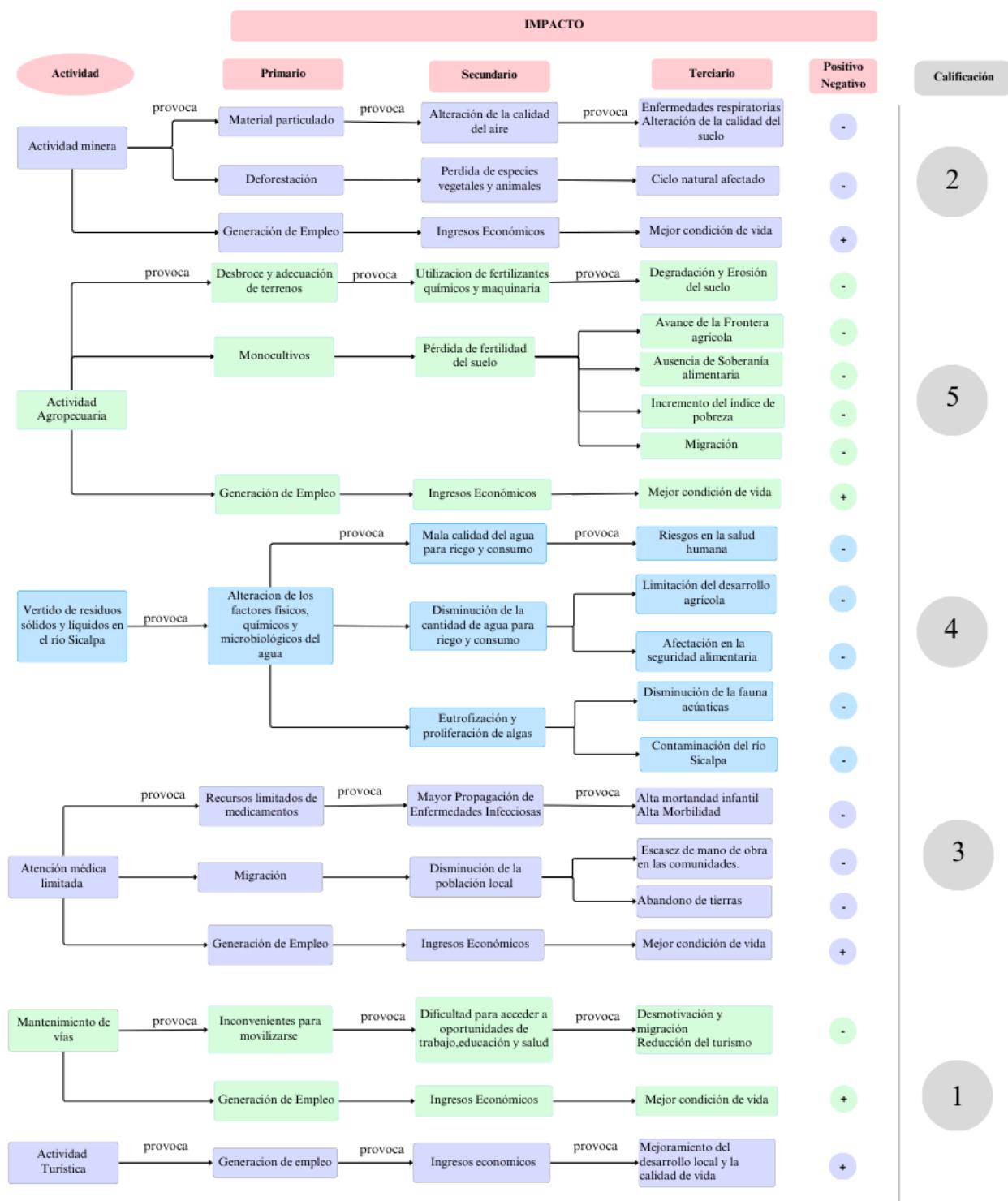


Elaborado por: Autora

4.2. Fase 2. Identificación de problemas y potencialidades

A través de las mesas de consulta desarrolladas con los actores clave, se identificaron las principales actividades realizadas en la microcuenca Sicalpa, así como su efecto producido en el ambiente. Esta información, junto a la línea base recopilada, permitió identificar y calificar los impactos generados por dichas actividades mediante el método Sørensen (**Figura 26**).

Figura 26. Identificación de actividades que causan impactos



Elaborado por: Autora

El análisis reveló que la actividad agropecuaria es la actividad que mayor incidencia negativa tiene en los recursos naturales de la microcuenca, seguida por el vertido de residuos sólidos y líquidos en el recurso hídrico. La actividad minera, por su parte, aunque también tiene un impacto negativo en la zona, es relativamente menor debido a que estas actividades solo abarca el 0,9% de la superficie del cantón, lo que le otorga una calificación de 2.

En el ámbito social, la limitada atención médica restringe las oportunidades de desarrollo social y económico de las comunidades. Por otro lado, el mantenimiento de las vías y la actividad turística se califican como las actividades de menor interés o impacto en la zona. No obstante, ambas representan un potencial que podría ser aprovechado para impulsar el desarrollo local.

4.3.Fase 3. Analizar estrategias de gestión socioambiental para la microcuenca del río Sicalpa

En el marco de las mesas de trabajo con los diversos actores, se elaboró un primer borrador de posibles soluciones para abordar los principales problemas identificados en la microcuenca Sicalpa. Sobre esta base, se diseñaron las siguientes estrategias (**Tabla 9**), compuestas por programas y proyectos que garantizan que las actividades a realizar contribuyan a minimizar los impactos negativos en el ambiente y potenciando los positivos en beneficio para las comunidades locales de la microcuenca Sicalpa.

Tabla 9. Estrategia de Gestión de la microcuenca del río Sicalpa

PROBLEMA	Contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río Sicalpa						
ESTRATEGIA:	Implementar sistemas de tratamiento de agua residual para las comunidades de la microcuenca Sicalpa						Costo Total
Objetivo:	Reducir significativamente la contaminación de los recursos hídricos en la microcuenca Sicalpa mediante la implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales integrales, viables y ambientalmente responsables, asegurando el bienestar de las comunidades locales y una disminución de al menos el 30% en los niveles de contaminantes en las aguas tratadas.						\$ 5.650.00
Programa 1	Tejiendo Alianzas por la Conservación Ambiental						\$ 250
Objetivo Programa 1	Establecer alianzas sólidas con diversos actores clave, incluyendo gobiernos locales, ONG's e instituciones académicas, para establecer los lineamientos y marcos de acción necesarios para la implementación de la estrategia.						
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
1	Vigilantes del recurso vital	Formar alianzas sólidas asegurando el financiamiento y la adquisición de materiales necesarios para el funcionamiento efectivo de la estrategia.	Disminuir el 15% de vertido de residuos sin tratamiento al recurso hídrico de la microcuenca Sicalpa y contribuir al mejoramiento de la calidad del mismo.	- Se establecerá un cronograma de reunión para iniciar un diálogo abierto y respetuoso entre los representantes de las 15 comunidades beneficiadas por el recurso Hídrico (Anita, 20 de Agosto, 15 de Agosto, Compañía Labranza, Coto Juan, Gatazo Pucará, Guacona Belén, Guacona La Merced, Guacona Santa Isabel, Guacona San Isidro, La Vaquería, LigLig Compañía, Santa Rosa de Culluctus, San Pedro de Rayoloma, Sicalpa Viejo), movimientos indígenas y campesinos, organizaciones y autoridades locales e instituciones académicas y otras partes interesadas en la protección de recurso hídrico.	Número de alianzas estratégicas establecidas	Actas de reuniones y eventos Firmas de acuerdos y alianzas establecidas Evidencia fotográfica	Costo Estimado de la medida: 250 dólares Incluye: Reunión de actores: \$ 100 Elaboración del material didáctico, incluyendo documentos: \$50

				<ul style="list-style-type: none"> - En esta reunión se abarcará las perspectivas y necesidades de cada grupo, para estrechar colaboración y apoyo técnico y económico a nivel institucional, político y privado. - Se definirá la designación de roles e intereses de las partes para el adecuado funcionamiento del proyecto. 			Refrigerio para el personal asistente: \$100
Programa 2	Implementación de sistemas de tratamientos de aguas residuales en la microcuenca Sicalpa						\$5.400
Objetivo programa 2	Abordar integralmente la gestión de aguas residuales en la microcuenca Sicalpa mediante la evaluación, implementación y monitoreo de sistemas de tratamiento para restaurar la salud ecológica del río, proteger la salud pública y promover el desarrollo sostenible.						
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
1	Hacia Aguas Limpias: Evaluación del agua residual	Determinar la calidad del agua residual en la microcuenca Sicalpa e identificar las principales fuentes de contaminación y establecer las bases para la implementación de los	Realizar un diagnóstico de la calidad del agua residual en la microcuenca, incluyendo al menos 10 parámetros ya sean físicos, químicos o microbiológicos, considerando las necesidades y características específicas de la	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar y analizar los datos existentes de diversas fuentes, incluyendo revistas, estudios previos, informes gubernamentales y no gubernamentales. - Realizar estudios preliminares para identificar puntos críticos de descarga de aguas residuales. - Utilizar programas (ArcGIS, QGIS, Excel, Sistemas de teledetección, etc.), para la determinación de puntos estratégicos de muestreo. -Determinar los parámetros clave de calidad del agua que se van a monitorear, considerando parámetros físicos (turbidez, caudal, temperatura, STD); químicos (pH, 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de fuentes de datos consultadas y analizadas. - Número de estudios de campo realizados. - Muestras recogidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de salidas a campo Evidencia fotográfica Mapas geoespaciales Reportes de laboratorio de los parámetros estudiados 	<p>Costo Estimado de la medida: 1800 dólares</p> <p>Incluye: Movilizaciones del personal: \$ 500 Precio de los diversos análisis: \$ 800 Viáticos de los investigadores: \$500</p>

		sistemas de tratamiento.	zona para la implementación efectiva de los sistemas de tratamiento.	oxígeno disuelto, DBO ₅ , nitratos, fosfatos) y biológicos (coliformes fecales). - Establecer los puntos de muestreo y realizar las mediciones respectivas. - Caracterizar y jerarquizar las aguas residuales de las comunidades mediante los parámetros físico, químicos y microbiológicos monitoreados.			
2	Diseño e Instalación de los sistemas de tratamiento	Mejorar significativamente la calidad de los recursos hídricos en la microcuenca Sicalpa implementando sistemas de tratamiento de aguas residuales para las comunidades.	Establecer al menos un sistema de tratamiento de aguas residuales eficaz, logrando al menos una reducción del 30% en los niveles de contaminantes, para reducir la contaminación ambiental y fomentar la salud y el bienestar público.	- Establecer el lugar de implementación de los sistemas de tratamientos. - Calcular los caudales de las aguas residuales en el lugar donde se va a implementar los sistemas. - Proponer los sistemas de tratamiento adecuados a implementarse (Biorreactores, Biodepositores, Cribado o Rejillas, Sistemas de aeración por inyección de oxígeno mediante bombas o inyectores en puntos estratégicos), estas últimas como alternativas económicas. - Determinación de equipos necesarios para el tratamiento de aguas - Compra e instalación de equipos.	- Informes de la ubicación e idoneidad del sitio. - Mediciones del caudal. - Análisis de costo-beneficio del sistema a implementar. - Lista de equipos necesarios. - Número de sistemas de tratamiento implementados.	Evidencia fotográfica Informes de análisis del caudal Matriz de selección de equipos Facturas de compra de equipos.	Costo Estimado de la medida: 2300 dólares Incluye: Compra de equipos y materiales: \$ 1500 Implementación de los sistemas de tratamiento: \$800

3	Monitoreo Integral del Recurso Hídrico	Establecer un seguimiento a los sistemas de tratamiento implementados para evaluar su rendimiento, asegurándose de que cumplan con los estándares de calidad establecidos y contribuyan efectivamente a la reducción de la contaminación del recurso hídrico en la microcuenca.	Lograr que el 70% de los sistemas de tratamiento propuestos cumplan con las normas de calidad y descarga de efluentes establecidos por las regulaciones ambientales.	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un sistema de registro y análisis de datos para almacenar, organizar y administrar los datos de calidad del agua recolectados, destacando hallazgos importantes y recomendaciones. - Utilizar herramientas de análisis de datos para generar estadísticas de resumen, identificar tendencias y evaluar el rendimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales. - Revisar al menos anualmente las instalaciones de tratamiento de aguas residuales para garantizar su óptimo desempeño y prevenir averías. - Identificar áreas de mejora del rendimiento de los sistemas de tratamiento, realizar los ajustes necesarios para garantizar la mejora continua y el cumplimiento. - Comparar los datos de calidad del efluente con los estándares reguladores establecidos para determinar su cumplimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de registros de datos recolectados - Porcentaje de eficiencia de los sistemas de tratamientos implementados. - Porcentaje de mejora de la calidad de agua del recurso hídrico. - Porcentaje de cumplimiento con la normativa ambiental vigente. 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de datos generados Evidencia fotográfica Informes de inspección de los sistemas de tratamiento Informes de cumplimiento con la normativa ambiental vigente. 	<p>Costo Estimado de la medida:</p> <p>1300 dólares</p> <p>Incluye:</p> <p>Inspección de los sistemas de tratamiento: \$ 400</p> <p>Costos de mantenimiento como limpieza o reparaciones: \$ 500</p> <p>Costos de suministros: \$ 400</p>

Nota: Es importante destacar que el desarrollo de esta estrategia ha comenzado a materializarse, evidenciado en la realización de las primeras reuniones de coordinación. Estos avances han sido impulsados por proyectos de investigación que serán desarrollados por la Universidad Nacional de Chimborazo en conjunto con el GAD Cantonal de Colta.

PROBLEMA	Avance de la frontera agrícola en la microcuenca del río Sicalpa						
ESTRATEGIA:	Creación de una Organización para la conservación de los páramos de la microcuenca Sicalpa					Costo Total	
Objetivo:	Establecer una organización sólida y eficaz, basada en información fidedigna y actual, para la conservación integral de los páramos de la microcuenca Sicalpa, promoviendo la adopción de buenas prácticas ambientales y el desarrollo socioeconómico sostenible de las comunidades locales.					\$ 2.790	
Programa 2	Base de Datos Ambiental de la Microcuenca del río Sicalpa					\$1300	
Objetivo Programa 2	Generar información precisa y oportuna sobre el estado de los páramos de la microcuenca Sicalpa, como base para la toma de decisiones informadas y la implementación de estrategias focalizadas en la conservación y el manejo sostenible de estos ecosistemas.						
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
1	Generando Información	Desarrollar e implementar una Base de Datos Integral del tipo de suelo de la microcuenca Sicalpa, que sirva como herramienta fundamental para la gestión, planificación y toma de decisiones	Establecer una Base de Datos Integral que incluya al menos 10 parámetros relevantes del suelo de la microcuenca Sicalpa, para realizar análisis e interpretaciones y evaluar tendencias,	<ul style="list-style-type: none"> - Recopilar y analizar los datos existentes del suelo de diversas fuentes, incluyendo estudios previos, informes gubernamentales, organizaciones no gubernamentales. - Realizar estudios preliminares para identificar puntos de muestreo en base a los tipos de uso de suelo. - Decidir qué parámetros se van a medir en los estudios de suelo (pH, color, estructura, textura, densidad aparente, porcentaje de humedad, porcentaje de Carbono, test de Fluoruro de sodio). - Utilizar programas (ArcGIS, QGIS, Excel, sistemas de teledetección, Softwares) para el seguimiento de cambios en el uso del suelo. - Establecer una frecuencia de muestreo y realizar las mediciones respectivas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de fuentes de datos consultadas y analizadas. - Número de estudios de campo realizados. - Porcentaje de avance en el desarrollo de la base de datos. - Cantidad de registros en la base de datos. - Nivel de precisión y 	<ul style="list-style-type: none"> Informes de salidas a campo Reportes sobre el estado del suelo de páramo Evidencia fotográfica Reportes de laboratorio de los 	<p>Costo Estimado de la medida: \$1300</p> <p>Incluye: Movilizaciones del personal: \$ 500</p> <p>Precio de los diversos análisis: \$ 800</p>

		informadas en materia de conservación y manejo sostenible de los páramos.	patrones y cambios en este ecosistema.	- Implementar un sistema de registro y análisis de datos eficiente para el seguimiento del estado de los páramos, destacando hallazgos importantes y recomendaciones.	confiabilidad de la información. - Número de estudios que se han desarrollado utilizando la base de datos.	parámetros estudiados Mapas geoespaciales Base de datos generada	
Programa 3	Conciencia Ambiental para la Vida						\$ 1.240
Objetivo programa 3	Fomentar una cultura de conciencia ambiental y responsabilidad social en las comunidades de la microcuenca Sicalpa, promoviendo la participación activa de las personas en la conservación de los páramos y el manejo sostenible del recurso hídrico.						
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
1	Educación y Sensibilización Comunitaria	Capacitar y educar a las comunidades de la microcuenca Sicalpa para promover la conservación de los páramos y el manejo sostenible del recurso	Alcanzar un 80% de participación activa de las comunidades en actividades de educación y sensibilización ambiental generando un aumento del 70% en el conocimiento y comprensión de	- Se implementará un cronograma de 2 capacitaciones anuales para los representantes de las comunidades descritas, quienes serán acompañados por los técnicos, ingenieros y autoridades municipales, para formar promotores comunitarios que repliquen en cada una de sus comunidades el manejo sostenible de los recursos. - La capacitación abarcará temas de impacto sobre los efectos negativos de la disposición de residuos líquidos y sólidos, sus infracciones y sanciones; las consecuencias a largo plazo de las actividades de desarrollo cerca al recurso	- Número de talleres y campañas informativas realizadas. - Número de personas que han participado en las actividades de educación ambiental. - Cantidad de materiales	Lista de registro de representantes comunales y autoridades. Evaluaciones de los talleres aplicativos. Informe final del índice de calificaciones	Costo Estimado de la medida: 530 dólares Incluye: Contratación de expertos en temas de capacitación: \$ 300 Elaboración del material didáctico: \$30

		hídrico, asegurando el bienestar de las generaciones presentes y futuras.	la importancia de los páramos y el manejo sostenible del agua.	hídrico; la importancia de aprovechar los residuos orgánicos y la creación de compost. - Para asegurar que el conocimiento se transmite de manera efectiva, se emplearán diversos materiales educativos, incluyendo folletos, carteles, talleres, videos y juegos, para facilitar la comprensión. El propósito es que las personas evidencien las buenas condiciones de los recursos como resultado de las acciones correctas.	educativos elaborados y distribuidos. - Número de promotores comunitarios formados.	en las capacitaciones impartidas, para el análisis de la eficacia de estas.	Impresión de 60 folletos y material utilizado: \$100 Refrigerio para el personal asistente: \$100
2	Acciones mitigadoras e incentivos para la Agricultura Sostenible	Fomentar la conservación de los páramos y el manejo sostenible del recurso hídrico en la microcuencia, a través de acciones mitigadoras y promoción de prácticas agrícolas sostenibles en las comunidades de la	Lograr una reducción del 10% en la degradación del suelo de páramo y la contaminación del recurso hídrico, gracias el aumento del 40% en la adopción de prácticas agrícolas sostenibles en las comunidades de la	- Se fortalecerán las organizaciones de agricultores y se promoverá su participación en la toma de decisiones mediante dos capacitaciones anuales. Estas capacitaciones tendrán como objetivo incentivar la producción agrícola sostenible y fomentar la sustitución de fertilizantes químicos por compostaje, mediante asistencia técnica y el acompañamiento a sus representantes. - Se implementará la creación de áreas protegidas y zonas de amortiguamiento en la microcuencia Sicalpa, mediante la base de datos. - Se premiará anualmente la restauración de terrenos forestales deteriorados que han perdido su cubierta vegetal, mediante entrega	- Porcentaje de reducción del uso de agroquímicos y fertilizantes químicos - Porcentaje de aumento en la cobertura vegetal nativa. - Percepción de los agricultores sobre los beneficios de la agricultura sostenible.	Registros de asistencia a las capacitaciones técnicas. Mapas geográficos de las áreas protegidas de la microcuencia Sicalpa Registros fotográficos	Costo Estimado de la medida: 710 dólares Incluye: Contratación del personal de asistencia técnica y acompañamiento: \$ 400 Diplomas y bonos a los habitantes: \$200

		entre la población local.	microcuenca Sicalpa.	de diplomas y bonos a los habitantes que demuestren ciertas acciones. - Para disuadir actividades ilegales a lo largo de las riberas, se instalarán cámaras de seguridad en puntos estratégicos. Las personas que incumplan con este tipo de comportamientos estarán sujetas a multas equivalentes al 10%, 20% o 40% del SBU. - Socialmente, se fortalecerá los emprendimientos de artesanías de totora mediante el marketing de conciencia ambiental, para incentivar y generar turismo.	- Satisfacción de los turistas con los productos y servicios relacionados con la agricultura sostenible.	Registro de diplomas y bonos entregados Número de emprendimientos fortalecidos	2 cámaras de seguridad: \$60 Fortalecimientos de emprendimientos: \$50
Programa 4		Seguimiento Ambiental					\$ 250
Objetivo del programa 4		Evaluar de manera constante si los programas ejecutados han sido efectivos, además de comprobar el nivel de compromiso de los miembros de la organización y de los pobladores de la microcuenca en mantener y sacar adelante los diversos proyectos planteados.					
No.	Proyecto	Objetivo	Meta	Actividades	Indicador	Medio de verificación	Costo
1	Proyección por un futuro mejor y páramos más sanos	Realizar el control y seguimiento de los proyectos propuestos para conservar los páramos y	Ejecutar con éxito al menos el 50% de los proyectos propuestos priorizando aquellas que tengan un mayor	- Realizar reuniones con los actores de la organización, donde se exponga los resultados obtenidos de las acciones implementadas en la microcuenca del río Sicalpa, a fin de que los páramos de la zona se encuentren en buen estado y se conserven y el recurso hídrico mejore su calidad y capacidad de mantener una biota dinámicamente buena.	- Número de actores de la organización que participan en las reuniones de resultados. - Porcentaje de cumplimiento de la legislación ambiental vigente.	Actas de reuniones. Matriz de actualización de la legislación ambiental vigente Información actualizada de la calidad del agua y	Costo Estimado de la medida: 250 dólares Incluye: Reuniones con las Autoridades para rendir cuentas de los

		mejorar la calidad del recurso hídrico en la microcuenca Sicalpa.	alcance y se ajusten a las limitaciones presupuestarias disponibles.	<ul style="list-style-type: none"> - Dar seguimiento anual a la base de datos para verificar el cumplimiento de la legislación ambiental vigente. Esto permitirá identificar nuevas alternativas de mitigación y ajustes a los proyectos según sea necesario, para mejorar las medidas de conservación del páramo y la calidad del recurso hídrico. - Generar informes que documenten todas las actividades y campañas culminadas, incorporando información detallada sobre la ejecución presupuestaria y los gastos realizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Número de nuevas alternativas de mitigación identificadas. - Número de informes completos sobre las actividades y campañas realizadas. - Reportes financieros presentados. 	cambio de uso del suelo de la microcuenca Sicalpa	resultados: \$100 Refrigerio para las autoridades vinculadas: \$100 Documentos y reportes presentados: \$50
--	--	---	--	--	--	---	--

Nota: Esta estrategia se planteó después del programa “Tejiendo Alianzas por la Conservación Ambiental” y se sustenta en el trabajo conjunto entre universidades e instituciones a través del desarrollo de proyectos de investigación. A esto se suma la activa participación de entidades gubernamentales locales y ONG's que aportarán iniciativas de inversión, y, de manera fundamental, la participación de la comunidad. Este enfoque colaborativo permitirá optimizar la conservación integral de los páramos y la gestión sostenible del recurso hídrico, generando un impacto positivo en la calidad de vida de los pobladores y el ambiente.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El análisis de la línea base de las variables biofísicas en la microcuenca del río Sicalpa incluye la evaluación de parámetros como la precipitación y la temperatura, los cuales revelan patrones estacionales que coinciden con las características hídricas del río, destacando el período de menor caudal entre julio y septiembre. No obstante, los análisis de la calidad del agua indican que existe contaminación en la zona baja de la microcuenca, lo que coincide con la presencia de áreas pobladas e infraestructuras. En cuanto al análisis del suelo, el páramo representa la cobertura más extensa, misma que ha evidenciado una preocupante disminución del 14,31% en un periodo de 20 años.
- En el ámbito social, se tomó en consideración la parroquia Villa la Unión, que alberga 77 comunidades dedicadas principalmente a la actividad agropecuaria. Sin embargo, la mayor parte de la población migra en busca de un mejor futuro, debido a las deficiencias en la parroquia, principalmente en el servicio de salud, acceso al alcantarillado, agua potable y servicios de internet y teléfono.
- El método Sørensen permitió identificar que las actividades agropecuarias, así como el inadecuado vertido de residuos sólidos y líquidos directamente al río, generan el mayor impacto en los recursos naturales de la microcuenca, corroborados por los análisis realizados tanto en la calidad del agua como en el efecto del cambio de uso del suelo.
- Las estrategias de gestión socioambiental se diseñaron en consonancia con las problemáticas identificadas en la microcuenca del río Sicalpa y su estado actual. Estas estrategias, compuestas por diversos programas y proyectos con un presupuesto de \$ 8.440, tienen como objetivo mejorar la calidad de los recursos hídricos y la conservación de los ecosistemas de páramo de la microcuenca Sicalpa, así como optimizar la calidad de vida de los pobladores, contribuyendo a la seguridad hídrica, el desarrollo sostenible y el bienestar social de las comunidades locales.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda realizar estudios continuos sobre el recurso hídrico y suelo de la microcuenca del río Sicalpa. Estos estudios permitirán obtener información detallada sobre la dinámica de estos recursos a lo largo del tiempo y en diferentes espacios, facilitando la comprensión de sus cambios e impactos. Como se señala en este estudio, la creación de una base de datos sólida e integral es de suma importancia para contar con registros más detallados y proponer medidas de gestión más efectivas.
- Elaborar ordenanzas integrales para la gestión eficiente de residuos sólidos y líquidos, a cargo de las autoridades competentes.
- Difundir de manera clara y sencilla los resultados de los proyectos de investigación a las comunidades locales, ya que la mayoría de sus habitantes no están familiarizados o no comprenden los proyectos que se llevan a cabo en su entorno, lo que genera una brecha entre la investigación y la realidad local.

BIBLIOGRAFÍA

- Alianza Latinoamericana de Fondos de Agua. (2011). *Fondos de Agua, Ecuador*. <https://www.fondosdeagua.org/es/que-es-la-alianza/quienes-somos/>
- Baculima, J., & Camposano, N. (2022). Análisis y propuesta del plan de Manejo de la microcuenca del río Minas, en la parroquia Baños, cantón Cuenca. In [Tesis Pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21725>
- Cachipuendo, C., Paredes, C., Sandoval, C., Requelme, N., Sandoval, J., & Alba, G. (2022). Plan de Gestión Comunitaria del Agua para riego en el territorio del CODEMIA-CPM. In *Armonización para la crianza sabia del agua en el territorio del CODEMIA-CPM*.
- Calderón, M., Lombana, S., & Sandoval, A. (2016). Metodología para mapeo de actores locales y espacios de discusión a nivel territorial en el marco del trabajo decente. *Ministerio Del Trabajo*, 63.
- Carrión, E. L. (2021). *Parámetros Morfométricos de la Subcuenca Pachacoto, Provincia de Recuay, Región Ancash. Recursos Hídricos*. <https://mastergis.com/proyecto/parametros-morfometricos-de-la-subcuenca-pachacotoprovincia-de-recuayregion-ancash>
- Castro, J., & Tapuy, Y. (2023). Efecto del cambio de uso del suelo de páramo a cultivo y pasto sobre fracciones orgánicas en la microcuenca Sicalpa. In [Tesis Pregrado]. Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10756>
- Cevallos, M., & Yagchierma, J. (2023). Análisis de Variabilidad De Precipitación, Temperatura Y Evapotranspiración en La Subcuenca Del Río Chambo, Período 1960-2021. In [Tesis Pregrado]. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Chackiel, J. (2009). Censo, residencia habitual y movilidad territorial. *Notas de Población* 88, 47. <https://repositorio.cepal.org/items/2c2f049f-aae8-4b92-807f-801378f5b467>
- Código Orgánico Del Ambiente. (2017). Código Orgánico Del Ambiente. In *Registro Oficial Suplemento* 983. http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXO_S/PROCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. In *Constitución de la República del Ecuador*. <https://doi.org/10.2307/j.ctvm204k6.6>
- Cordero, I. (2013). *Evaluación de la Cuenca del río Paute, estrategias y líneas de acción para superarlas*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3358/1/TESIS.pdf>
- Coronel, L. (2023). *Los fondos de agua y la conservación de los páramos*. <https://www.fonag.org.ec/web/los-fondos-de-agua-y-la-conservacion-de-los-paramos/#:~:text=En el año 2000%2C se,con sus fuentes de agua>.
- Cumbal, F., & Ordoñez, B. (2023). Determinación de la calidad de agua mediante parámetros físicos, químicos y microbiológicos en la microcuenca Sicalpa, cantón Colta. In [Tesis Pregrado]. Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10579>
- Díaz, L., Torruco, U., Martínez, M., & Varela, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Investigación Educación Médica*, 2(7), 162–167. <https://doi.org/ISSN 2007-5057>
- FAO. (2009). *Por qué invertir en ordenación de las cuencas hidrográficas*. www.fao.org
- Figari, M., & Pereira, D. (2020). Mapeo de actores: herramienta para la acción: la experiencia de la Mesa de Desarrollo Rural de Tacuarembó. *Agrociencia*, 24, 1–14. <https://doi.org/10.31285/agro.24.349>
- FMPLPT. (2008). Fondo de Manejo de Páramos y Lucha contra la Pobreza de Tungurahua,

- Republic of Ecuador. *Estudios de Caso de La Iniciativa Ecuatorial*, 1–17.
- FONAG. (2000). *Fondo para la Protección del Agua*. <https://www.fonag.org.ec/web/>
- FONAPA. (2008). *Fondo del Agua para la Conservación de la Cuenca del Río Paute*. <https://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/mapa-de-los-fondos-de-agua/ecuador/fonapa/>
- FONDAGUA. (2015). *Fondo de Agua de Guayaquil para la Conservación de la cuenca del río Daule*. <https://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/mapa-de-los-fondos-de-agua/ecuador/fondagua/>
- FORAGUA. (2009). *Fondo Regional del Agua de Ecuador*. <http://www.foragua.org/>
- Fundación Presencia. (2017). *Elementos para el mapeo de actores sociales y el diseño de estrategias para el desarrollo del plan de acción en Proyecto Ciudadano*. Habitat.
- GAD Municipal del Cantón Colta. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Colta 2019-2023*.
- GADMCC. (2020). *Rendicion de cuentas*. <https://docplayer.es/204963765-Gobierno-autonomo-descentralizado-municipal-del-canton-colta.html>
- Galindo Soza, M. (2018). La pirámide de Kelsen o jerarquía normativa en la nueva CPE y el nuevo derecho autonómico. *Revista Jurídica Derecho*, Vol 7, 126–148.
- Guananga, N., Mendoza, B., Guananga, F., Bejar, J., Carbonel, C., Escobar, S., & Guerrero, A. (2022). Influencia de la geomorfología y el caudal en la calidad del agua del río Guano, Ecuador. *Novasinergia Revista Digital De Ciencia, Ingeniería Y Tecnología*, 5(2), 174–192. <https://doi.org/10.37135/ns.01.10.10>
- Huerta, E., & García, J. (2009). Estrategias de gestión ambiental: Una perspectiva de las organizaciones modernas. *Dialnet-Clío América*, 3(5), 15–30.
- INEC. (2022). *Instituto Nacional de Estadística y Censos Ecuador*. <https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/#>
- Izuriera, R., Campaña, A., Calles, J., Estévez, E., & Ochoa, T. (2019). Calidad del Agua en Ecuador. *Calidad Del Agua En Las Américas Riesgos y Oportunidades*, 284–306. https://www.researchgate.net/profile/Katherine-Vammen/publication/336778235_Calidad_de_Agua_en_las_Americas_Riesgos_y_Oportunidades_IANAS/links/5db1fa25299bf111d4c1167b/Calidad-de-Agua-en-las-Americas-Riesgos-y-Oportunidades-IANAS.pdf#page=30
- LEYODER Hídricos. (2014). Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua. In *Ley 0, Registro Oficial Suplemento N° 305 de 06-agosto*. <https://repositorio.unicach.mx/handle/20.500.12114/623>
- MAE, UICN, & GIZ. (2018). Estrategias de Adaptación al cambio climático basadas en Ecosistemas en Colombia y Ecuador. In *Programa Regional “Estrategias de Adaptación al cambio climático basadas en Ecosistemas en Colombia y Ecuador.”* <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/57848.pdf>
- Manjarres, Y., & Oviedo, A. (2022). Estudio de la conservación y servicios ecosistémicos del recurso suelo de los páramos de la microcuenca Sicalpa, cantón Colta. In [*Tesis Pregrado*]. Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9624>
- Nuñez, M. (2016). Propuesta del Plan de Manejo Ambiental para el Uso Sustentable de la Microcuenca del Cantón Penipe, Chimborazo, Ecuador. In [*Tesis Posgrado*]. Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.espol.edu.ec/es/ventajas>
- Parra, L., & Montealegre, H. (2019). Diseño de estrategias de conservación, mejoramiento y aprovechamiento del recurso hídrico en el área de influencia de los municipios de Girardot, Nariño, Guataquí, Jerusalén y Tocaima ubicados en el sector sur de la Cuenca Hidrográfica de Río Seco. *Journal of Business and Entrepreneurial Studies*, 4(1), 1–5. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573667940015>

- Pinos, D., Morales, O., & Durán, M. (2021). Suelos de páramo: Análisis de percepciones de los servicios ecosistémicos y valoración económica del contenido de carbono en la sierra sureste del Ecuador. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(2), 157–179. <https://doi.org/10.15359/rca.55-2.8>
- Priyan, K. (2015). Variabilidad espacial y temporal de las precipitaciones en el distrito de Anand del estado de Gujarat. *ELSEVIER*, 4(Icwrcoe), 713–720. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2015.02.092>
- Reymond, P. (2014). Análisis retrospectivo de los actores. In L. Strande, M. Ronteltap, & D. Brdjanovic (Eds.), *Manejo de Lodos Fecales* (pp. 315–337). IWA Publishing. https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/manejo_fsm.pdf
- Salau, M., & Soliz, B. (2023). Evaluación de la calidad de agua en la microcuenca del río Sicalpa cantón Colta, mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. In [Tesis Pregrado]. Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10684>
- Sánchez, L. (2021). Evaluación de la fertilidad y productividad de los suelos con prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Sicalpa. In [Tesis Pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/15652>
- Terán, J. (2018). La Cuenca como Unidad de Gestión y Planificación. In *Consorcio Camaren Sistema de Capacitación para el Manejo Sostenible de los Recurso Naturales Renovables*.
- Tierra, E. (2013). Determinación de la oferta hídrica del río Sicalpa, para la definición de políticas del uso óptimo del agua en el cantón Colta, provincia de Chimborazo. In [Tesis Pregrado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/\(ASCE\)0733-9410\(1994\)120:1\(225\)%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.024%0Ahttp://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF%0Ahttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:windenergie+report+](http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/(ASCE)0733-9410(1994)120:1(225)%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.024%0Ahttp://eprints.uanl.mx/5481/1/1020149995.PDF%0Ahttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:windenergie+report+)
- Unidad Técnica de Control Externo. (2012). Guía práctica para la construcción de muestras. In *Contraloría General de la República de Chile*. http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_chl_const.pdf
- Vásconez, M., Araque, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). Cuencas Hidrográficas. *Universidad Politécnica Salesiana*, 1–136.
- Yáñez, A. (2008). Impacto ambiental y metodologías de análisis. *BIOCYT Biología Ciencia y Tecnología*, 1(2), 7–15. <https://doi.org/10.22201/fesi.20072082.2008.1.16844>

ANEXOS

Tabla 10. Línea base de la microcuenca del río Sicalpa

Factor	Indicador	Descripción	Importancia / Utilidad	Técnicas e instrumentos para obtener la información
Clima	Temperatura	Las temperaturas características de las parroquias urbanas de Cajabamba y Sicalpa varían entre frías-secas, y frías-húmedas, oscilando entre 10 y 13°C. Estas temperaturas son generalmente de las alturas de la cordillera, donde el clima en general es muy frío – húmedo con permanente neblina.	Las temperaturas disminuyen con la altitud, lo que influye en la frecuencia y distribución de las heladas. Estos períodos de temperatura han sufrido alteraciones, generando incertidumbre respecto a la época de lluvias y el periodo de verano, lo que ha afectado negativamente las labores de siembra.	Análisis de variabilidad de precipitación, temperatura y evapotranspiración en la subcuenca del río Chambo Encuestas poblacionales
	Precipitación	El mes de abril registra las precipitaciones máximas alcanzando 108,50 mm en la estación M393 y 58,09 mm en la estación M-1036. Por otro lado, el mes de agosto registra las precipitaciones mínimas registradas en un periodo de 10 años, con valores que oscilan desde los 18 mm hasta los 26 mm.	El análisis de la variabilidad estacional y los extremos de precipitación permite comprender mejor los patrones de distribución del agua dulce en la superficie terrestre y su importancia para el desarrollo sostenible.	
Geomorfología	Relieve	La superficie geográfica de la microcuenca del río Sicalpa es irregular, debido a que se encuentra atravesada por la Cordillera Occidental, aquí el relieve más representativo es el montañoso.	El relieve montañoso es el más propenso para la retención del recurso hídrico.	Sistema Nacional de Información Portal SIGTIERRAS
	Pendiente	La distribución heterogénea de pendientes refleja la complejidad del relieve de la microcuenca, donde	Esta característica del terreno tiene implicaciones significativas para el manejo	

		<p>predominan pendientes de media a fuertes representando el 78,2% del área, lo que refleja el predominio de zonas montañosas con inclinaciones pronunciadas.</p>	<p>del recurso hídrico, la agricultura, la infraestructura y el desarrollo socioeconómico de la zona.</p>	Encuestas poblacionales
Hidroología	Parámetros morfométricos	<p>La red hidrográfica de la microcuenca Sicalpa está compuesta por 6 ríos y 2 quebradas. Esta microcuenca presenta una forma ligeramente ensanchada, que se destaca por su tiempo de respuesta efectivo ante eventos de precipitación intensa.</p> <p>El caudal total del río Sicalpa aguas arriba es de 488,9 L/s, y aguas abajo incluido el propio río Sicalpa es de 357,9 L/s.</p> <p>La red de abastecimiento de agua del río se distribuye entre 2394 viviendas de las parroquias Cajabamba y Sicalpa, donde existen un total de 39 juntas administradoras de agua.</p> <p>El 94% de los sistemas de agua que abastecen a todo el cantón operan mediante tuberías que no reciben ningún proceso de tratamiento físico-químico. Esto representan un problema grave que afecta tanto a la calidad del agua que consumen los habitantes como a la eficiencia del sistema de distribución.</p>	<p>La calidad del agua de la microcuenca del río Sicalpa se encuentra contaminada por diversos factores. Estos incluyen el vertido directo de efluentes domésticos e industriales que se descargan al río, la infiltración de lixiviados originados por la descomposición de la basura, el excremento de animales domésticos descargados al río y los fertilizantes químicos provenientes de las actividades agrícolas en las comunidades.</p> <p>Esta contaminación también guarda relación directa con los usos del suelo predominantes como cultivo, pastizal, vegetación herbácea, área poblada, infraestructura antrópica y plantación forestal.</p>	<p>Análisis físico químico y microbiológico de las aguas del río Sicalpa</p> <p>Análisis mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores</p> <p>Encuestas poblacionales</p>
Biodiversidad	Flora	<p>La variedad arbustiva, arbórea y herbácea que caracteriza a Villa la Unión se debe a la capacidad de adaptación de algunas especies a distintas zonas, como páramos, ríos, quebradas, zonas agrícolas y áreas boscosas. Cabe destacar que, además de esta flora adaptable, también</p>	<p>La pérdida de la cobertura vegetal nos permite identificar zonas de riesgo de escorrentías y deslaves.</p> <p>La pérdida de cobertura en las alturas y montañas afecta especialmente la vegetación</p>	Análisis físico químico de los suelos

		existen especies exclusivas del cantón como: yagual, tilo, quishuar, sigse, etc	nativa de los páramos la cual se ha perdido por el avance agrícola.	Registros de la cobertura de suelo
	Fauna	Colta posee una notable diversidad de fauna, de los cuales algunos son consumidos y otros se utilizan con propósitos medicinales. En los páramos se puede encontrar conejos, ratones de páramo y venados. Entre las especies comunes se encuentran los lobos, zorros, huirachuros, rucumanes, chucuri y perdices, mientras que especies como giguis, yutos, Muctiurus y tórtolas son habituales en la zona.	Los animales suelen ser sensibles a las perturbaciones que alteran su hábitat; por lo tanto, un cambio en la fauna de un ecosistema indica una alteración en uno o varios de sus factores.	Plan de Ordenamiento Territorial
Suelo	Tipo de suelo	Los suelos predominantes de la microcuenca Sicalpa son dos: De orden Andisol (47,3%) que tienen la particularidad de alta retención de humedad; y de orden Molisol (38,1%) que son moderadamente profundos y de fertilidad media a alta.	Permite identificar: La alteración de la calidad del suelo debido a la pérdida de la capa arable.	Análisis físico químico de los suelos
	Cobertura del Suelo	La microcuenca Sicalpa se caracteriza por una significativa cobertura vegetal natural (bosque, pastizal, vegetación herbácea y arbustiva), donde el páramo se destaca como la cobertura predominante ocupando una superficie de 4366 ha, representando cerca del 5% del área total del cantón. Sin embargo, las áreas antrópicas e infraestructuras han experimentado un crecimiento del 2,6% para el año 2021.	Las actividades como la agricultura y el pastoreo intensivos, así como la quema de vegetación nativa, generan alteraciones significativas en la composición botánica del suelo y provocan la pérdida de la estructura porosa, esta degradación se intensifica debido a la compactación, sequedad, reducción de la acidez y menor contenido de MO de los suelos. El páramo de la microcuenca Sicalpa evidenció una disminución del 14,3% en un	Informes de efecto del cambio de uso del suelo de páramo a cultivo y pasto sobre fracciones orgánicas en la microcuenca Sicalpa Registros fotográficos

		período de 20 años, pasando de 4129 ha en el año 2001 a 3538 ha en el año 2021	Encuestas y censos poblacionales Información del Sistema Nacional y base de datos Geoespacial del Portal SIGTIERRAS
Uso del suelo	La categoría más extensa en la microcuenca equivalente a 60.71 km ² , corresponde a la conservación, protección y producción del suelo. Esta categoría abarca principalmente áreas de páramo, así como remanentes de bosque y matorral húmedo. El segundo uso más extenso es el agrícola, aunque con limitaciones importantes que han afectado la fertilidad y producción de la zona. Sólo el 40,5% de la población disponen canales de riego que beneficia a un total de 1.535 usuarios. De este caudal, 1,401 L/s corresponden específicamente a la parroquia Sicalpa.	Permite identificar: La calidad del suelo afectada debido al uso de fertilizantes químicos, la mala disposición de los desechos sólidos y líquidos, el monocultivo y el sobrepastoreo de los animales, causando alteraciones en las propiedades del suelo.	

Servicios Ecosistémicos		<p>La microcuenca del río Sicalpa presenta tres tipos de ecosistemas: a) Herbazal del Páramo ocupa el 28,9% del área total y se caracteriza por la variedad de especies adaptadas a las condiciones climáticas frías y húmedas de alta montaña b) Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo ocupa el 4,0% de la microcuenca y se distingue por la presencia de pajonales húmedos y musgos y c) Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo se caracteriza por la presencia de arbustos siempreverdes junto con vegetación herbácea ocupa el 1,4% del área total.</p>	<p>Los páramos son los ecosistemas más destacados debido a los servicios ecosistémicos que brinda, tanto a nivel biológico, hidrológico, social, cultural y económico. Entre sus principales funciones, se encuentra la regulación hídrica y la reducción de la emisión de CO₂ a la atmósfera, como resultado de la capacidad de los suelos para capturar carbono, lo cual ayuda a mitigar los efectos del cambio climático.</p>	<p>Información del Sistema Nacional y base de datos Geoespacial del Portal SIGTIERRAS</p> <p>Plan de Ordenamiento Territorial</p>
SOCIOECONOMICO				
Población	Hombres y Mujeres	<p>En la parroquia Villa la Unión reside un total de 14.392 habitantes, compuesta por 6.770 hombres y 7.622 mujeres.</p>	<p>La población total de esta parroquia representa una disminución notable de 21,9% mujeres y 23,7% hombres, entre los años 2010 y 2022.</p>	<p>Plan de Ordenamiento Territorial</p>
	Edad	<p>El grupo predominante de la parroquia son los adultos de 30 a 64 años. Este grupo representa el 39,3% de la población.</p>	<p>La principal causa de migración es la falta de empleo.</p>	<p>Censos y encuestas poblacionales</p>
	Migración y Movilidad Social	<p>Entre noviembre de 2010 y marzo de 2023, se registraron 75 casos de emigración internacional en la parroquia, donde el destino más frecuente fue Estados Unidos.</p> <p>En el cantón Colta, la tasa neta de migración interna es negativa, lo que significa que, en promedio 3.069 personas abandonan el cantón para establecerse en otro lugar.</p>	<p>La mayoría de la población tiende a concentrarse en la cabecera cantonal Cajabamba debido a la conectividad vial que va hacia el occidente del país (Guayaquil) y la Costa, además buscan donde exista proximidad o fácil accesibilidad a servicios básicos, infraestructura, educación y atención médica.</p>	

Educación	Nivel de Instrucción	El nivel de instrucción más alto de las parroquias rurales es el básico, abarcando el 37,7% de la población, seguido por aquellos que no han cursado ningún nivel de estudios, con un 25,5%	Villa la Unión presenta el mayor número de unidades educativas del cantón Colta, las cuales tienen un mayor énfasis en la educación básica. Esto se debe a los vínculos existentes con los cantones limítrofes, en este caso Riobamba y Guamote. El 23,7% de la población analfabeta reside en el área rural y solo el 4,5% en el área urbana. La mayor afectación es en el género femenino (26%) mientras que en los hombres es del 13,3%.	Plan de Ordenamiento Territorial Censos y encuestas poblacionales
	Escolaridad	La escolaridad promedio de Villa la Unión es de 7,5%, cifra que refleja un avance notable en comparación con años anteriores. Sin embargo, un total de 66 establecimientos educativos han sido cerrados, 14 de ellos ubicados en Cajabamba y 52 en Sicalpa.		
	Analfabetismo	En la parroquia Villa la Unión, la tasa de analfabetismo se ha reducido al 20,2%, en comparación con el 27,6% del censo 2010		
Actividades Productivas	Agricultura	Se erige como uno de los pilares económicos fundamentales de la parroquia según lo indican el 93,8% de los habitantes. En Cajabamba existen tres centros de acopio de cereales, donde se concentra la producción de quinua. El brócoli también ha experimentado un crecimiento constante, convirtiéndose en un producto de exportación. De las 5.231 ha de superficie productiva de la parroquia, solo el 40,5% cuenta con un sistema de riego para las actividades agropecuarias	Permite identificar: Las fuentes de empleo y crecimiento económico como microempresas, la producción significativa de leche y las principales actividades de comercio de la parroquia.	Plan de Ordenamiento Territorial Encuestas poblacionales
	Agropecuario	La producción de leche en la parroquia representa el 2,7% del total del Cantón con una producción diaria de 31.674 litros.	En cuanto al turismo, Villa la Unión posee una riqueza natural y cultural que, a pesar de su evidente potencial, no se ha aprovechado plenamente, por ejemplo, las artesanías con totora han permanecido casi desapercibida	

		Pequeños microempresarios se dedican a la elaboración de quesos, generando el 28% de las ganancias del cantón, a un promedio de venta del litro de leche de \$ 0.33	por la poca acogida e importancia dada a los artesanos que la elaboran.	
	Agroindustria	Existe una microempresa molinera artesanal, que se dedica a la producción y secado de manzanilla orgánica. Además de la presencia de organizaciones de comercialización y producción agrícola. Entre ellas la MCCH y las asociaciones de productores de manzanilla y quinua, los cuales están representados a nivel provincial por la COPROBICH.		
	Turismo	En el cantón existe belleza natural como el cerro Cunambay y los páramos de Guiñatus y Navag, con sus lagunas y ríos. En cuanto a la riqueza cultural, se destacan las Catacumbas, la Iglesia de Balbanera, las ruinas de la antigua Riobamba y la Iglesia de la virgen de Las Nieves.		
	Comercio	Entre las actividades comerciales más destacadas se encuentran el desarrollo industrial de artesanías, elaboración de ponchos, tejidos de lana de borrego, artesanías de totora, entre otras que son comercializadas en ferias como la Indígena Artesanal.		
Salud	Establecimientos de Salud	En Villa la Unión existen 5 establecimientos de salud que favorecen al territorio, con un nivel de atención 1, 2 y servicios de salud móvil.	La insuficiente atención médica a los habitantes de las comunidades que no	Plan de Ordenamiento Territorial

	Principales enfermedades	<p>Se brindaron 2931 atenciones médicas durante el año 2019, de las cuales el 36,1% corresponde al género masculino y el 63,9% al género femenino.</p> <p>La amigdalitis y la rinofaringitis agudas son las enfermedades más comunes a nivel cantonal.</p>	<p>cuentan con subcentros de salud o dispensarios médicos.</p> <p>Las enfermedades más comunes son las respiratorias debido principalmente a las variaciones climáticas y al clima frío predominante de la zona, característico de los páramos. Además de las gastrointestinales y la desnutrición</p>	Censos y encuestas poblacionales
Vivienda	Viviendas	<p>En la parroquia Villa la Unión existen 8.501 edificaciones, de las cuales 8.493 son viviendas particulares y 8 son colectivas.</p>		Plan de Ordenamiento Territorial Censos y encuestas poblacionales
	Servicios Básicos	<p>La cobertura de servicios básicos presenta algunas deficiencias, especialmente en el alcantarillado donde solo el 37,5% de las viviendas cuenta con este servicio, el 59,4% de los habitantes mencionaron que sus comunidades cuentan con pozo séptico y el 3,1% tiene letrina.</p> <p>Referente al abastecimiento de agua potable, si bien el 95,6% de la población tiene acceso a red pública, el 68,8% de los encuestados menciona que se abastece por medio de ojos de agua, y el 28,1% por medio de los páramos.</p>	<p>En la parroquia existe insuficiente acceso a servicios básicos, principalmente al alcantarillado y al servicio de internet.</p> <p>El 86,6% de los hogares en la parroquia realiza al menos una práctica de separación de residuos. De este total, el 83% separa los residuos para animales y plantas, el 55,6% separa en basura orgánica e inorgánica, y el 33,1% separa papel, cartón, plástico o vidrio.</p>	
	Hogares	<p>Se registran 4.803 hogares en la parroquia, donde el 70% de los casos el hombre suele ser el representante del hogar. Según el INEC, el 26,3% de los hogares están conformados por 2 personas, seguido del 19,7% con 3</p>		

		personas, el 19% con 1 persona, el 18,5% con 4 personas y el 16,5% con 5 personas o más		
Vías de acceso		<p>Villa la Unión goza de una excelente conectividad vial, como la Carretera Panamericana García Moreno y la interregional que une las provincias de Chimborazo con el Guayas. Además, cuenta con diversos servicios de transporte público, como las cooperativas Colta S.A. y Ñuca Llacta.</p> <p>Se registran 127 carreteras donde la mayor parte de estas vías son de piedra y tierra, sin embargo 64 de ellas se encuentran en buen estado, 39 en mal estado y 24 en un estado regular.</p>	<p>Permite identificar:</p> <p>La accesibilidad para dirigirse a las diferentes comunidades y facilitar la movilidad y el acceso a oportunidades de trabajo, educación y salud.</p> <p>La red vial en la parroquia es extensa y cuenta con bifurcaciones para acceder a la mayoría de las comunidades que con el paso del tiempo han provocado que algunos tramos se deterioren.</p>	<p>Plan de Ordenamiento Territorial</p> <p>Encuestas poblacionales</p>
Niveles de Organización		<p>Dentro de las organizaciones internas, la parroquia Sicalpa posee la organización más fuerte la UODIC además de la COCIC, COCAIG, UCASAC, las cuales se agrupan en dos confederaciones: la COMICH y la COMPOCIEC, representadas a nivel nacional por organizaciones como la CONAIE, la FEINE y la FEI.</p> <p>En el ámbito de las ONGs, Word Visión, FEPP, MCCH brindan apoyo al desarrollo local en el componente sociocultural de las comunidades.</p>	<p>La cobertura de estas ONG's es limitada. En cuanto a los organismos gubernamentales, su participación se refleja mediante presupuestos participativos y/o inversión por administración directa.</p>	<p>Plan de Ordenamiento Territorial</p> <p>Encuestas poblacionales</p>

Tabla 11. Posibles soluciones alcanzadas en las mesas de trabajo a los problemas y potencialidades identificadas en la microcuenca Sicalpa

PROBLEMAS	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
Alteración de la calidad del aire	Incrementar la regularización de entes rectores y realizar capacitaciones a la ciudadanía para generar conciencia y conocimiento sobre los impactos ambientales de la actividad minera.
Pérdida de especies endémicas	Incrementar la reforestación con especies nativas en las zonas afectadas.
Degradación y erosión del suelo	Ofrecer capacitaciones de manejo sostenible del suelo utilizando prácticas tradicionales. Incentivar la agricultura sostenible mediante el uso de abonos orgánicos. Asegurar el cumplimiento de políticas u ordenanzas para controlar el uso de fertilizantes
Avance de la frontera agrícola	Fomentar el manejo y conservación de suelos mediante capacitaciones permanentes por parte de GAD Municipal, Provincial, ONGs y Universidades. Asignar fondos y recursos para promover la siembra de árboles nativos y la rotación de cultivos.
Falta de empleo y migración	Apoyar a los pequeños agricultores y emprendimientos a través de programas de desarrollo que fomenten la agricultura sostenible, brindando apoyo financiero y técnico para mejorar su producción, comercialización y acceso a mercados. Fomentar el turismo comunitario, incrementando actividades económicas y emprendimientos con proyectos sustentables.
Contaminación del río Sicalpa	Realizar capacitaciones del manejo de desechos, prácticas de limpieza de las comunidades, barrios y parroquias de manera permanente. Implementar sistemas de gestión de residuos para prevenir la contaminación del agua por parte de actividades industriales, agrícolas y domésticas. Implementar sistemas para tratar las aguas residuales domésticas e industriales antes de liberarlas en los ríos. Establecer controles gubernamentales a través de políticas y ordenanzas, incluyendo sanciones a los infractores. El autofinanciamiento del GAD Municipal y parroquial al acceso de alcantarillado público con tratamiento de aguas residuales.
Alta mortandad infantil y morbilidad	Campañas de salud por parte de los GADs provinciales, Municipales y ONGs. Facilitar el acceso a un seguro de salud y a servicios básicos como agua potable, saneamiento, electricidad, alcantarillado.

Carreteras de segundo y tercer orden en condiciones inadecuadas de transporte	Mejorar la infraestructura vial para facilitar y mejorar el transporte de productos agrícolas, con esto se puede reducir los costos de producción y mejorar la calidad de vida.
---	---

Figura 27. Encuestas y Entrevistas a los pobladores



Figura 28. Reunión con los Representantes Comunitarios



Figura 29. Mesas de Consulta con los actores clave



Figura 30. Mesas de Trabajo con actores



Figura 31. Reunión de Coordinación y Cooperación para iniciar los estudios de la Estrategia 1

