



UNL

Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agrícola

Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango.

Trabajo de Integración Curricular,
previo a la obtención del título de
Ingeniera Agrícola

AUTOR:

Tania Denisse Cartuche Cango

DIRECTOR:

Ruth Ximena Aguirre Caraguay. Mg. Sc.

Loja – Ecuador

2025

Educamos para Transformar

Certificación



unl

Universidad
Nacional
de Loja

Sistema de Información Académico
Administrativo y Financiero - SIAAF

CERTIFICADO DE CULMINACIÓN Y APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Yo, **Aguinsaca Caraguay Ruth Ximena**, director del Trabajo de Integración Curricular denominado **Caracterización socioeconómica de las microcuencas del cantón Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango**, perteneciente al estudiante **Tania Denisse Cartuche Congo**, con cédula de identidad N° **1150424214**.

Certifico:

Que luego de haber dirigido el **Trabajo de Integración Curricular**, habiendo realizado una revisión exhaustiva para prevenir y eliminar cualquier forma de plagio, garantizando la debida honestidad académica, se encuentra concluido, aprobado y está en condiciones para ser presentado ante las instancias correspondientes.

Es lo que puedo certificar en honor a la verdad, a fin de que, de así considerarlo pertinente, el/la señor/a docente de la asignatura de **Integración Curricular**, proceda al registro del mismo en el Sistema de Gestión Académico como parte de los requisitos de acreditación de la Unidad de Integración Curricular del mencionado estudiante.

Loja, 29 de Febrero de 2024



RUTH XIMENA
AGUINSACA CARAGUAY

F)

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR



Certificado TIC/TT.: UNL-2024-000473

1/1
Educamos para Transformar

Autoría

Yo, **Tania Denisse Cartuche Congo**, declaro ser autora del presente Trabajo de Integración Curricular y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Integración Curricular, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma: 

Cédula de identidad: 1150424214

Fecha: 16 de enero de 2025

Correo electrónico: tania.cartuche@unl.edu.ec

Teléfono: 0985568026

Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Integración Curricular. -

Yo, **Tania Denisse Cartuche Cango**, declaro ser autora del Trabajo de Integración Curricular denominado: **Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Integración Curricular que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los dieciséis días del mes de enero del año dos mil veinticinco.

Firma: 

Autor: Tania Denisse Cartuche Cango

Cédula: 1150424214

Dirección: Miraflores alto

Correo electrónico: tania.cartuche@unl.edu.ec

Teléfono: 0985568026

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora del Trabajo de Integración Curricular: Ruth Ximena Aguinsaca Caraguay. Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis abuelitos maternos, quienes con su sabiduría, cariño y enseñanzas han sido pilares fundamentales en mi vida. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia siempre será mi mayor inspiración.

A mis tías y tíos, por ser como segundos padres, por sus consejos, apoyo incondicional. Su cariño y confianza han sido esenciales para llegar hasta aquí.

Y especialmente a mi mamá, por su amor incondicional, sacrificio y por creer en mí.

A mi querida ahijada Sarita Janeth, por ser mi compañera de desvelos, por sus risas y abrazos que hicieron más llevaderos los momentos difíciles. Este logro es también un reflejo del amor que me inspiras y por recordarme siempre la belleza de los pequeños momentos.

Tania Denisse Cartuche Cango

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios, por darme salud, fortaleza y la capacidad de superar los desafíos que encontré en el camino. Su guía ha sido una luz constante en mi vida.

A mi madre, tíos, tías y abuelitos maternos quienes han sido mis pilares incondicionales, gracias por sus consejos, su sacrificio, su paciencia y, sobre todo, por creer en mí incluso en los momentos en los que yo misma dudé. Su ejemplo de esfuerzo y perseverancia ha sido mi principal inspiración.

Quiero agradecer y dedicar un espacio especial en este trabajo a Danny Cartuche un ángel que me cuida desde el cielo. Te agradezco por todo lo que me enseñaste, he hiciste para que pudiera estar aquí hoy, logrando este sueño. Tu ejemplo me dio el impulso necesario para superar los obstáculos, sabiendo que desde donde estás sigues siendo mi apoyo y mi inspiración.

A mi directora de Trabajo de Integración Curricular, Ing. Ximena Aguinsaca, quiero expresarle mi más profundo agradecimiento por su dedicación, paciencia y constante guía durante el desarrollo de este trabajo. Gracias por compartir conmigo su experiencia y por mostrarme siempre el camino correcto con sabiduría y amabilidad.

A la Universidad Nacional de Loja y a los docentes de la carrera de Ingeniería Agrícola, quienes a lo largo de estos años compartieron conmigo no solo sus conocimientos, sino también su pasión por el aprendizaje y su compromiso con la educación. Cada uno de ustedes dejó una huella imborrable en mi formación académica y personal.

Quiero agradecer también al Ing. Fernando González por brindarme las herramientas, recursos y apoyo necesario para llevar a cabo esta investigación.

Finalmente, a todas las personas que, de una manera u otra, contribuyeron a este proyecto, ya sea con un consejo, una palabra de aliento o simplemente confiando en mis capacidades, les expreso mi más sincero agradecimiento.

Este logro no es solo mío, sino de todos aquellos que me acompañaron en este viaje.

Tania Denisse Cartuche Cango

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación.....	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1. Título	1
2. Resumen	2
Abstract.....	3
3. Introducción.....	4
4. Marco Teórico	9
4.1. Cuenca hidrográfica y su relación con la planificación agrícola.....	9
4.2. Características biofísicas de una cuenca hidrográfica	9
4.2.1. Tierra	10
4.2.2. Trabajo.....	11
4.2.3. Capital.....	11
4.3. Cuenca hidrográfica como sistema.....	11
4.4. Características socioeconómicas de una cuenca hidrográfica	12
4.5. Uso del agua en la cuenca hidrográfica	13
4.5.1. Productivos	13
4.5.2. Ambientales.....	13
4.5.3. Industriales	14
4.5.4. Oferta y demanda hídrica	14
4.5.5. Índice de uso de agua	14
4.6. Juntas de riego en la gestión del recurso	15
4.7. El agua en el cantón Puyango.....	16
4.8. El agua en el cantón Pindal	16
4.9. Sistemas de Información geográfica	16
5. Metodología.....	17

5.1. Ubicación y descripción del área de estudio	17
5.2. Métodos y técnicas usadas.....	18
5.3. Metodología para el primer objetivo	19
5.4. Metodología para el segundo objetivo	21
6. Resultados.....	23
6.1. Caracterización socioeconómica de las unidades hidrográficas.....	23
6.1.1. Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango.....	23
6.1.2. Unidad hidrográfica Chirimoyo del Cantón Puyango	27
6.1.3. Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal	31
6.2. Cuantificación del uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.....	35
6.3. Oferta, Demanda e Índice del uso del agua.....	36
7. Discusión	38
7.1. Aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango	38
7.2. Uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pinal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango	39
8. Conclusiones.....	41
9. Recomendaciones	42
10. Bibliografía.....	43
11. Anexos.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Rangos Índice de uso de agua.....	14
Tabla 2. Variables socioeconómicas analizadas en el proceso investigativo	20
Tabla 3. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Cocharco	23
Tabla 4. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Cocharco	23
Tabla 5. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Cocharco	23
Tabla 6. Formas de organización Unidad hidrográfica Cocharco	27
Tabla 7. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo	27
Tabla 8. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Chirimoyo	27
Tabla 9. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Chirimoyo.....	27
Tabla 10. Formas de organización Unidad hidrográfica Chirimoyo.	31
Tabla 11. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo	31
Tabla 12. Población demográfica y densidad poblacional de la Unidad hidrográfica Pavas ..	31
Tabla 13. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Pavas.....	31
Tabla 14. Formas de organización Unidad hidrográfica Pavas.	35
Tabla 15. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Cocharco en el 2023	35
Tabla 16. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Chirimoyo	35
Tabla 17. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Pavas	36

Índice de figuras

Figura 1. Cuenca hidrográfica Puyango correspondiente a los cantones Puyango y Pindal. ..	17
Figura 2. Unidades hidrográficas seleccionadas.	18
Figura 3. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Cochurco.	24
Figura 4. Cultivos Unidad hidrográfica Cochurco.	24
Figura 5. Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.	25
Figura 6. Texturas Unidad hidrográfica Cochurco.	25
Figura 7. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.	26
Figura 8. Tipo de vías Unidad hidrográfica Cochurco.	26
Figura 9. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Chirimoyo.	28
Figura 10. Cultivos Unidad hidrográfica Chirimoyo.	28
Figura 11. Uso de suelo Unida hidrográfica Chirimoyo.	29
Figura 12. Texturas Unidad hidrográfica Chirimoyo.	29
Figura 13. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Chirimoyo.	30
Figura 14. Tipo de vías Unidad hidrográfica Chirimoyo.	30
Figura 15. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Pavas.	32
Figura 16. Cultivos Unidad hidrográfica Pavas.	32
Figura 17. Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.	33
Figura 18. Texturas Unidad hidrográfica Pavas.	33
Figura 19. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.	34
Figura 20. Tipo de vías Unidad hidrográfica Pavas.	34
Figura 21. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Cochurco.	36
Figura 22. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Chirimoyo.	37
Figura 23. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Pavas.	37

Índice de anexos

Anexo 1. Información general unidades hidrográficas en estudio.....	50
Anexo 2. Reconocimiento de la zona de estudio.	53
Anexo 3. Selección de Población objetivo.	54
Anexo 4. Desarrollo de entrevistas.	55
Anexo 5. Obtención de datos de la población.....	56
Anexo 6. Desarrollo de talleres participativos.	56
Anexo 7. Suministros de agua.	57
Anexo 8. Métodos de eliminación de la basura.	58
Anexo 9. Tipos de vía.	59
Anexo 10. Encuesta.	60
Anexo 11. Certificado de la realización del abstract.	64

1. Título

Caracterización socioeconómica de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal de la cuenca hidrográfica Puyango.

2. Resumen

La caracterización socioeconómica de las microcuencas es fundamental para gestionar de manera sostenible los recursos hídricos y promover el desarrollo integral de las comunidades locales. En este estudio, se analizaron las unidades hidrográficas Cochurco, Chirimoyo y Pavas, ubicadas en los cantones Puyango y Pindal, que forman parte de la cuenca Puyango. Mediante visitas de campo, entrevistas, análisis cualitativo y herramientas geoespaciales como *ArcGIS*, se recopiló información sobre demografía, actividades económicas y se generaron mapas temáticos. Se identificó una variada cobertura vegetal y suelos aptos para la agricultura, destacando el maíz como cultivo principal. La falta de infraestructura de riego y la baja calidad del agua limitan el acceso al recurso hídrico, afectando tanto el consumo doméstico como las actividades productivas. Además, las temporadas de sequía agravan el déficit hídrico, especialmente en la unidad hidrográfica Cochurco, la de mayor extensión y población. El estudio también evidenció una gestión ineficiente del recurso hídrico, marcada por la ausencia de juntas de regantes, lo que intensifica la inequidad en su distribución. Estas problemáticas resaltan la necesidad de implementar estrategias integrales que incluyan mejoras en infraestructura, fortalecimiento organizacional y prácticas sostenibles para garantizar el acceso equitativo al agua y mejorar la calidad de vida de las comunidades. Este análisis proporciona información clave para la planificación y gestión hídrica en las microcuencas de Puyango y Pindal.

Palabras clave: recursos hídricos, desarrollo sostenible, análisis socioeconómico, gestión comunitaria.

Abstract

Understanding the socioeconomic dynamics of micro-watersheds is crucial for sustainable water resource management and fostering the holistic development of local communities. This study examines the hydrographic units of Cochurco, Chirimoyo, and Pavas, located in the Puyango and Pindal cantons, which form part of the Puyango River Basin. Data were gathered through field visits, interviews, qualitative analysis, and the use of geospatial tools such as ArcGIS and QGIS to produce thematic maps and insights on demographics and economic activities. The findings highlight a varied vegetative cover and agricultural soils, with maize as the predominant crop. However, limited irrigation infrastructure and poor water quality restrict access to water resources, affecting both domestic use and agricultural productivity. Seasonal droughts further exacerbate water scarcity, particularly in the Cochurco hydrographic unit, which has the largest population and land area. The study also revealed inefficient water resource management, marked by the absence of irrigation boards, which deepens inequities in water distribution. These challenges emphasize the need for integrated strategies that include infrastructure upgrades, organizational capacity building, and sustainable practices to ensure equitable water access and improve community livelihoods. This analysis provides essential insights for planning and managing water resources in the micro-watersheds of Puyango and Pindal.

Keywords: water resources, sustainable development, socioeconomic analysis, community-based management.

3. Introducción

El manejo integral del suelo y el agua es esencial para el desarrollo de una producción agrícola sostenible, ya que ambos recursos son la base de la seguridad alimentaria. En particular, el suelo desempeña un papel clave al proporcionar materias primas, almacenar carbono, preservar el patrimonio geológico y regular el ciclo de nutrientes y la reserva de agua. Además, contribuye a la conservación de la biodiversidad, garantizando así el equilibrio ecológico necesario para el crecimiento de los cultivos y el bienestar de una población en constante aumento (Quimbaya, 2022).

Según la FAO (2002), el agua y la seguridad alimentaria están estrechamente vinculadas, ya que aproximadamente 800 millones de personas en el mundo sufren hambre, en su mayoría habitantes de regiones con escasez de agua. A nivel global, se estima que existen alrededor de 1 400 millones de km³ de agua, pero solo el 2,5 % (35 millones de km³) corresponde a agua dulce proveniente de la escorrentía superficial, mientras que las extracciones anuales para uso humano ascienden a aproximadamente 3 600 km³. La creciente demanda mundial de agua, impulsada por el crecimiento poblacional y sectores industriales como la agricultura de regadío, la ganadería, la producción de energía y la manufactura, supera la disponibilidad actual. Además, la falta de inversión en infraestructura hídrica, la implementación de políticas insostenibles y el aumento de la variabilidad climática han afectado significativamente el suministro de este recurso vital (Kuzma et al., 2023).

La contaminación del agua por actividades humanas como la agricultura, la industria y la minería impactan negativamente en las microcuencas. Estas actividades pueden introducir productos químicos y desechos en los cuerpos hídricos; además, de causar erosión del suelo por deforestación y agricultura intensiva. Esto también contribuye a la pérdida de biodiversidad a causa de la urbanización y sobreexplotación de los recursos hídricos (Rodríguez et al., 2022).

En América Latina y el Caribe, se están implementando enfoques integrados para la gestión de cuencas hidrográficas y zonas costeras, dentro de un marco legal que promueve la descentralización del manejo hídrico, la participación activa de gobiernos, usuarios y comunidades, así como la consideración del agua como un activo económico. Estas tendencias de estudios multidisciplinarios que combinan la ingeniería, la economía, la geografía y las ciencias sociales son fundamentales para comprender la gestión eficiente del agua y su impacto económico. impulsan el desarrollo de mercados del agua y fomentan su conservación con la

participación del sector privado. La integración de estos enfoques permite diseñar soluciones sostenibles y políticas públicas que optimicen el uso de los recursos hídricos, reconociendo su valor económico y su vínculo con el desarrollo local. Esto resulta crucial para mitigar los efectos de la escasez y mejorar la calidad de vida en las comunidades, como lo señalan Padrino (2018); Kuzma et al. (2023); y, OAS (2015).

Desde 1960, la demanda de agua en América Latina y el Caribe se ha duplicado debido al crecimiento poblacional y a las necesidades industriales; se espera que esta demanda aumente un 43 % para 2050, lo que refleja un estrés hídrico creciente entre oferta y demanda. Cuanto más cercana esta relación, mayor será el estrés hídrico, lo que hace que las unidades hidrográficas sean más vulnerables a la escasez (PNUD, 2024). En Ecuador, los recursos hídricos están bajo presión debido a una demanda desigualmente distribuida en espacio y tiempo. Con más ríos por unidad de área que cualquier otro país del mundo, Ecuador cuenta con importantes recursos hídricos estimados en 289 mil millones m³/años provenientes de sus cauces fluviales (Padrino, 2018). De esta cantidad, se estima que un 81 % se destina a actividades agrícolas, ganaderas y acuícolas; el riego es esencial para garantizar una producción alimentaria adecuada (CODESAN, 2022).

Chamba et al. (2019) refiere, la presión sobre los recursos hídricos en Ecuador también proviene del consumo humano (10 %), industrial (18 %) y riego (80 %). Las problemáticas ambientales más significativas incluyen descargas de aguas residuales urbanas no tratadas, contaminación por minería, entre otros metales pesados, el mercurio y plomo, prácticas agrícolas degradantes como monocultivos y uso excesivo de agroquímicos. A pesar de estos desafíos ambientales, Ecuador ha desarrollado una industria agrícola y acuícola significativa que representa el 80 % de sus exportaciones no petroleras.

En la provincia de Loja, la agricultura es crucial para la economía y la cultura local, especialmente a través de los pequeños productores. Sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la distribución desigual y la falta de temporalidad en el acceso al recurso hídrico. La creciente demanda, impulsada por el aumento demográfico, afecta considerablemente la disponibilidad de agua, lo que genera escasez debido al uso intensivo tanto para el consumo doméstico como para la actividad agrícola. Por lo tanto, una gestión eficiente del agua podría ampliar las áreas cultivables y mejorar la producción agrícola en la región. (Luzuriaga, 2018).

El sistema hídrico del cantón Puyango, compuesto por numerosos cauces que fluyen desde las cordilleras cercanas, depende de varias microcuencas esenciales para el abastecimiento de agua tanto para consumo humano como para riego (CISPDR, 2016). Sin embargo, los problemas derivados de una distribución inadecuada del agua afectan tanto a las zonas urbanas como rurales, generando importantes consecuencias sociales y económicas (Morote et al., 2019). En este contexto crítico, es fundamental realizar estudios socioeconómicos sobre las microcuencas hidrográficas, con el fin de obtener información relevante que permita mejorar la planificación agrícola y optimizar el uso del recurso hídrico. La investigación en cuencas hidrográficas está alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, siendo vital no solo para la generación de energía hidroeléctrica, sino también para el desarrollo de la agricultura e industria.

En regiones fronterizas como el área del cantón Pindal y Puyango, problemas relacionados a la escasez hídrica, son fenómenos complejos; estos se ven agravados por una variedad de factores interrelacionados. Uno de los principales es el cambio climático, que ha provocado una alteración de los patrones de precipitación, reduciendo las lluvias en algunas regiones y aumentando la frecuencia de fenómenos extremos como sequías e inundaciones. Además, la deforestación contribuye significativamente al problema, ya que la pérdida de bosques disminuye la capacidad del suelo para retener agua, lo que incrementa la escorrentía y reduce la infiltración de agua. La contaminación por descargas industriales y la falta de tratamiento adecuado de aguas residuales también agravan la situación, ya que contaminan fuentes de agua y las hacen inutilizables para consumo humano y agrícola. El rápido crecimiento poblacional y el aumento de la demanda de agua para consumo, agricultura, industria y energía intensifican aún más la presión sobre los recursos hídricos. Por otro lado, la falta de inversión en infraestructura hídrica adecuada, como sistemas de almacenamiento, distribución eficiente y tratamiento de aguas, perpetúa la escasez y la mala gestión del recurso (iAgua, 2023).

La protección y gestión sostenible de las cuencas hidrográficas son esenciales no solo para garantizar disponibilidad hídrica sino también para preservar ecosistemas naturales. La implementación de políticas de manejo integrado de cuencas es fundamental para enfrentar los desafíos derivados de la escasez hídrica y garantizar un acceso equitativo y sostenible al agua. Estas políticas deben ser inclusivas, involucrando activamente a las comunidades locales, quienes son los principales usuarios y guardianes de los recursos hídricos, así como al sector

privado, que puede aportar recursos, tecnología y experiencia en la gestión eficiente del agua. Además, las políticas deben promover la colaboración entre diversos actores, incluidos los gobiernos locales, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas y el sector empresarial, para diseñar soluciones integradas que consideren tanto las necesidades sociales como las ambientales.

En este contexto, esta investigación se centró en caracterizar los aspectos socioeconómicos y cuantificar el uso del recurso hídrico en las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal, que forman parte de la cuenca Binacional hidrográfica Puyango. El estudio abordó: el uso y distribución del agua relacionados al consumo humano, la agricultura y la ganadería; así como los impactos socioeconómicos de la escasez hídrica en las comunidades rurales. Además, se evaluaron las potencialidades y limitaciones del territorio para gestionar el agua de manera más eficiente. Este análisis permitirá no solo comprender mejor la situación actual del recurso hídrico, sino también proponer estrategias que optimicen su uso y aseguren su disponibilidad a largo plazo, contribuyendo así al desarrollo sostenible de la región.

Objetivo general

- Contribuir a la planificación agrícola mediante el diagnóstico socioeconómico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

Objetivos específicos

- Caracterizar los aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.
- Cuantificar el uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

4. Marco Teórico

4.1. Cuenca hidrográfica y su relación con la planificación agrícola

Una cuenca hidrográfica es una región que capta y conduce el flujo de agua superficial, a través de un sistema de corrientes, ríos y lagos. Se la conoce también como una unidad de gestión de recursos hídricos, al ser indivisible, ya que comprende subcuencas que drenan hacia un curso de agua común, el cual finalmente desemboca en un punto de confluencia (Valdivielso, 2020). Estas unidades físicas sirven como base práctica para la planificación y gestión sostenible (Harswal, 2021).

Muñoz (2016), indica que las cuencas son unidades territoriales donde interactúan un subsistema hídrico y otros subsistemas ecológicos, económicos, políticos y culturales, que permiten generar bienes y servicios ambientales necesarios para la sociedad, los ecosistemas y las actividades de producción en diferentes paisajes. A través de procesos naturales, las cuencas hidrográficas también proporcionan agua dulce de alta calidad, favorable para la planificación ambiental y la resolución de desafíos socio-territoriales.

Calviño (2023) enfatiza que la planificación agrícola es fundamental para lograr éxito y rentabilidad en la producción. Para ello, es necesario considerar varios factores, como realizar un análisis detallado del suelo para conocer sus características y necesidades nutricionales, evaluar la disponibilidad de agua, seleccionar cultivos adaptados al clima local y resistentes a enfermedades.

Desarrollo agrícola. - El desarrollo agrícola es un proceso integral que busca contribuir al diseño, implementación y seguimiento de políticas públicas orientadas a promover un desarrollo sostenible e inclusivo en el sector agropecuario y el sistema alimentario con especial énfasis en la gestión del riego climático y la seguridad alimentaria y nutricional (FIDA, 2021).

4.2. Características biofísicas de una cuenca hidrográfica

Duarte (2015) menciona que la caracterización biofísica de una cuenca hidrográfica consiste en evaluar e interpretar su estado actual, identificando problemas, tendencias, potencialidades y oportunidades. Este proceso permite precisar las condiciones del entorno y analizar los componentes ambientales que constituyen la cuenca; por ende, señala que se deben considerar los siguientes aspectos:

4.2.1. Tierra

Es la base de la agricultura, y la interacción entre el clima, la topografía, la vegetación, los suelos y otros recursos naturales, resultando fundamental para la productividad y sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas. Frente al cambio y la variabilidad climática, es crucial definir el uso adecuado de la tierra en función de las condiciones biofísicas y socioeconómicas de cada caso, con el objetivo de reducir la degradación, rehabilitar las tierras afectadas, asegurar la sostenibilidad de los recursos y fortalecer la resiliencia. La tierra de cultivo abarca cultivos temporales (anuales) y permanentes (perennes); además incluyen pastizales y áreas boscosas (FAO, 2020).

Calidad del suelo. - un suelo fértil y saludable provee a las plantas los nutrientes necesarios para su crecimiento y desarrollo. Las características físicas del suelo, como su estructura y agregados, facilitan la llegada de agua y oxígeno a las raíces, favoreciendo la salud de las plantas y el ambiente (Universidad del Estado de Pensilvania, 2023).

Según Croft (2020), la calidad o salud del suelo se refiere a su capacidad para cumplir funciones en un ecosistema natural o gestionado; siendo una matriz compleja de partículas inorgánicas y orgánicas que sostiene la biodiversidad, facilita la regulación del agua y la descomposición de materia orgánica.

Clima. - Condiciones atmosféricas predominantes durante un período determinado en una región, controlado por factores radioactivos forzantes y la interacción de la atmósfera con otros componentes del sistema Tierra, además de factores físico-geográficos (CIIFEN, 2022). Incluye aspectos como la temperatura, humedad, presión atmosférica, viento, precipitación y luz solar (Núñez, 2020).

Disponibilidad de agua. - Es un factor crucial, ya que sin este recurso es imposible que los seres humanos realicen sus actividades domésticas y económicas. Por ello, medir o estimar la cantidad de agua disponible es fundamental (Menchaca y Calva, 2022). La disponibilidad es el volumen total de agua en una región, tanto superficial (ríos, lagos y embalses) como subterránea (acuíferos), esta varía según el clima, la geografía y el uso humano, siendo clave para la vida y el desarrollo sostenible de las comunidades (Universidad de México, 2021).

Uso del suelo. - La manera en que los seres humanos emplean la tierra y sus recursos para fines como la agricultura, ganadería, vivienda, industria y recreación; implica transformar

el entorno natural o la tierra virgen en áreas construidas, que pueden incluir asentamientos, suelos arables, pastos o bosques gestionados (García, 2021). Según el INEC (2012), el uso del suelo en zonas rurales puede abarcar cultivos permanentes, pastos cultivados y naturales, montes, bosques y páramos; además, la planificación adecuada del uso del suelo es esencial para un desarrollo sostenible que equilibre las necesidades ambientales y sociales.

4.2.2. Trabajo

El trabajo agrícola abarca todas las actividades relacionadas con la producción de alimentos, fibras y otros productos vegetales. Este proceso incluye diversas labores, como la siembra, el cultivo, la cosecha y el cuidado de los cultivos, así como la gestión del ganado y la producción de productos lácteos; estas actividades se llevan a cabo en granjas, ranchos y plantaciones, que son esenciales para garantizar la seguridad alimentaria y el sustento de numerosas comunidades en todo el mundo. Su importancia radica no solo en la producción de alimentos, sino también en su contribución a la economía y al bienestar social (Cristancho, 2022).

4.2.3. Capital

El capital agrario se refiere al valor total de los recursos necesarios para operar una empresa agrícola, que incluye la adquisición de tierras e instalaciones, así como la obtención de maquinaria e implementos requeridos para la producción agropecuaria (Acuña, 2012). La tierra es el componente principal del capital agrario, que permite llevar a cabo actividades fundamentales como la siembra, la cosecha y la comercialización de productos agrícolas (FAO, 2014).

4.3. Cuenca hidrográfica como sistema

Araque (2019) indica que la cuenca hidrográfica se utiliza como unidad de planificación para los recursos hídricos, destacando que están compuestas por cuencas de menor tamaño, conocidas como ríos tributarios.

Dentro de la cuenca, se incluyen componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, que permiten la planificación, manejo y gestión de recursos naturales, abarcando diversos subsistemas sociales, económicos, políticos, institucionales, legales, tecnológicos, productivos, físicos y biológicos (Jiménez, 2004).

Uso del suelo. - Implica cómo los seres humanos gestionan y modifican la superficie terrestre, transformando el entorno natural en espacios construidos, como campos de cultivo, pasturas y asentamientos. En una cuenca hidrográfica, este uso puede tener un impacto significativo en la calidad y cantidad de agua disponible, por ejemplo, la deforestación o la conversión de tierras forestales en áreas urbanas pueden incrementar la escorrentía y la erosión del suelo, lo que a su vez afecta negativamente la calidad del agua y eleva el riesgo de inundaciones. Además, prácticas como la agricultura intensiva requieren grandes volúmenes de agua para el riego, lo que puede alterar el caudal de los ríos y limitar la disponibilidad de agua para otros usos, como el abastecimiento de agua potable (Obando, 2016).

Vegetación. - Representa la manifestación cuantitativa y cambiante de la vida vegetal en lugares y momentos específicos (Acosta, 2021). En el contexto de una cuenca hidrográfica, abarca las diversas plantas y árboles que crecen en las áreas circundantes a los ríos y arroyos, desempeñando un papel crucial en la salud y funcionamiento de la cuenca, al ser la que regula el ciclo del agua, previene la erosión del suelo, filtra contaminantes y proporciona hábitats para diversas especies. Además, influye en la cantidad y calidad del agua disponible en la cuenca (Romero, 2019).

4.4. Características socioeconómicas de una cuenca hidrográfica

Cuenca hidrográfica y su influencia social. - Las cuencas hidrográficas son fundamentales para la sociedad, al representar el espacio donde los seres humanos interactúan con los recursos naturales, generando sistemas sociales, ambientales y económicos que cumplen funciones esenciales. Por lo tanto, cualquier evento que ocurra en una parte de la cuenca puede tener consecuencias en otras áreas, afectando a sus habitantes y la calidad y disponibilidad de los recursos naturales (Yépez, 2015).

Cuenca hidrográfica y su influencia económica. – Una cuenca se considera un sistema dinámico, abierto y complejo, donde los elementos biofísicos se entrelazan con las características económicas, los patrones demográficos y las dinámicas socioculturales de la población, dando lugar a formas de organización social y estructuración del espacio, determinadas por el acceso a los recursos naturales (Rangel et al., 2017).

Cuenca Hidrográfica y su influencia productiva. - La gestión de las cuencas hidrográficas tiene como objetivo conservar los servicios ambientales, especialmente los hidrológicos, y mitigar los efectos negativos en las cuencas bajas, aumentando la productividad

de los recursos y mejorando los medios de vida locales, proporcionando servicios esenciales, como el suministro de agua para el consumo humano y actividades productivas, la regulación de la calidad y cantidad de agua, reducción de inundaciones y sequías, generación y protección de suelos y nutrientes (Fondo para La Comunicación y la Educación Ambiental, 2021).

4.5. Uso del agua en la cuenca hidrográfica

4.5.1. Productivos

Agricultura de regadío. - La intensificación agrícola genera una creciente presión sobre los recursos hídricos, exacerbada por el cambio climático que provoca niveles de estrés hídrico, desarrollando la necesidad de crear un sistema integrado de planificación y gestión de recursos hídricos que asegure un suministro adecuado tanto en cantidad como en calidad, alineado con criterios de sostenibilidad y principios económicos (Montoriol, 2022). Es fundamental utilizar el agua de manera eficiente, dado que es un recurso escaso. Para mejorar su uso, se pueden implementar técnicas como el riego por goteo, la agricultura de conservación y el cultivo de variedades que requieren menos agua (Rendón, 2021).

Ganadería. – El agua es vital para los organismos animales, desempeñando múltiples funciones (Zaldívar, 2016). Se utiliza principalmente para la alimentación e hidratación del ganado, así como para la limpieza de instalaciones y la producción de forraje que asegura una fuente constante de alimento (Palma, 2020).

Acuicultura.- En la piscicultura el agua proviene de diversas fuentes como quebradas, ríos y embalses (Equipo Hanna, 2019). Implica la crianza conjunta de animales y vegetales acuáticos; aunque esta práctica consume agua, su volumen es mínimo en comparación con la agricultura, misma que puede ser reutilizada para el riego de huertos y abrevaderos (Torero, 2021).

4.5.2. Ambientales

Ecosistemas acuáticos. - proporcionan agua y otros servicios esenciales cuando se mantienen en buen estado, cada uso del agua proveniente de estos ecosistemas tiene un valor económico significativo debido a su capacidad para satisfacer necesidades humanas y contribuir al bienestar general (Cervigón, 2020).

4.5.3. Industriales

Telwesa (2022) indica que el consumo industrial del agua es la segunda mayor actividad humana en términos de uso hídrico. Las aguas industriales resultan de diversas actividades que van desde la producción alimentaria hasta la fabricación de productos electrónicos; por lo tanto, es crucial tratar las aguas residuales antes de devolverlas al medio natural para garantizar la sostenibilidad económica y ambiental del recurso hídrico.

4.5.4. Oferta y demanda hídrica

IDEAM (2015) define la oferta hídrica como el volumen de agua que fluye por la superficie terrestre e integra los sistemas de drenaje superficial, este flujo es vital para mantener los ecosistemas acuáticos y asegurar un caudal mínimo para las poblaciones dependientes de estas fuentes hídricas (Jaya y Rodríguez, 2023).

La demanda hídrica corresponde al volumen utilizado por diversos sectores económicos y poblacionales, considerando tanto el agua extraída como aquella que se devuelve a los sistemas hídricos (IDEAM, 2018). La demanda se puede calcular mediante ecuaciones específicas que reflejan el uso total del recurso en un periodo determinado (ecuación 1).

4.5.5. Índice de uso de agua

IDEAM (2018) menciona que el índice del uso del agua señala la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores en un periodo determinado ya sea anual o mensual y por la unidad espacial de la subzona hidrográfica y diferentes cuencas existentes que abastecen a los acueductos en relación con la oferta hídrica superficial para analizar las mismas unidades tanto en tiempo como en espacio. A este índice se lo puede clasificar como se indica en la Tabla 1 y se lo obtendrá mediante el uso de la ecuación 2.

Tabla 1. Rangos Índice de uso de agua

Rango o índice IUA*	Categoría	Significado
> 50	Muy alto	La presión de la demanda es muy alta con respecto a la oferta disponible
20,01 – 50	Alto	La presión de la demanda es alta con respecto a la oferta disponible.
10,01 – 20	Moderado	La presión de la demanda es moderada con respecto a la oferta disponible.
1 – 10	Bajo	La presión de la demanda es baja con respecto a la oferta disponible.
≤ 1	Muy bajo	La presión de la demanda no es significativa con respecto a la oferta disponible.

El rango es el cociente entre la Demanda hídrica y Oferta hídrica, $(Dh/Oh)100$

*Índice de uso de agua

Fuente: IDEAM (2018).

4.6. Juntas de riego en la gestión del recurso

Organización y estructura. - La estructura organizacional define cómo se distribuyen las funciones y responsabilidades de cada miembro dentro de una empresa para alcanzar los objetivos planteados. Esto implica un sistema jerárquico que organiza a los colaboradores en un organigrama, facilitando la distribución del trabajo y la coordinación interna. Cada empresa debe planificar sus tareas y definir los roles de sus integrantes, basándose en sus necesidades específicas (Haydee, 2022).

Las juntas de riego son organizaciones comunitarias sin fines de lucro que gestionan el uso del agua para riego en áreas determinadas, su objetivo es garantizar un uso eficiente y equitativo del agua, promoviendo la conservación de los recursos hídricos, y distribuir el agua responsablemente entre los agricultores y usuarios de la zona (INDRHI, 2018).

Participación y representatividad. - En las juntas de riego son fundamentales para que los usuarios tengan voz en la toma de decisiones, estén equitativamente representados y participen activamente para garantizar una gestión justa del agua. La participación puede estar regulada por reglamentos específicos y variar según el contexto, algunos usuarios pueden formar parte de la junta directiva, lo que les permite influir en las decisiones. Además, pueden participar en comités de trabajo enfocados en aspectos específicos de la gestión hídrica (Pilamunga, 2019).

Infraestructura de riego. - comprende las estructuras necesarias para cultivar áreas mediante el suministro adecuado de agua, incluye obras de captación, conducción, distribución y regulación. Para optimizar el uso del agua, se incorpora el concepto de multiuso, utilizando energías renovables no convencionales y sistemas de telemetría para medir caudales (CNR, 2018). Esta infraestructura es vital para satisfacer la demanda hídrica de los cultivos (Iñiguez et al., 2015).

Tecnología de riego. - Se refiere al desarrollo tecnológico que ha permitido la implementación del "riego tecnificado", mejorando no solo los rendimientos agrícolas sino también promoviendo un uso responsable del agua (Araos, 2023). Los sistemas tecnificados utilizan presión para distribuir el agua a través de conductos cerrados, administrándola eficientemente mediante goteo o aspersión, esto minimiza el desperdicio y reduce la erosión al entregar cantidades controladas durante períodos prolongados (Huesa, 2017).

4.7. El agua en el cantón Puyango

La red hidráulica del cantón pertenece a las demarcaciones hidrográficas Puyango-Tumbes, conformada por varias quebradas que discurren principalmente desde la Cordillera Chilla y Cerro Negro. Estas quebradas alimentan microcuencas vitales para el abastecimiento de agua, tanto para consumo humano como para riego, sin embargo, la escasez de agua afecta a las zonas urbanas como rurales, limitando así las actividades agropecuarias. A pesar de algunas mejoras, la mayoría de la población aun no dispone de agua potable y el agua proveniente de ríos o quebradas no es segura debido a la contaminación hídrica, sumado a ello también está presente la baja producción y productividad en cultivos como café y caña de azúcar debido a la falta de tecnificación e infraestructura adecuada e insuficiencia de sistemas de riego que permitan mantener una producción constante con rendimientos adecuados (PDOT PUYANGO, 2019).

4.8. El agua en el cantón Pindal

En el cantón Pindal la disponibilidad de agua es un desafío crítico debido a la presencia de algunas subcuencas, como la del Río Puyango, que son esenciales para el abastecimiento de agua potable y de riego, sin embargo, el acceso al agua se ve gravemente afectado por una escasez crónica y creciente, marcada por la alta variabilidad e incertidumbre en las precipitaciones; un agravante de ello es el manejo deficiente del recurso, falta de conocimiento y escaso estímulo a las iniciativas convencionales e innovadoras. Es evidente notar la disminución de caudales en quebradas, vertientes y pozos que a menudo se secan antes de que termine el verano, dejando a la población con menos agua para el consumo humano, unas de las causas de estas épocas de secano se deben a la irregularidad de las lluvias (PDOT PINDAL, 2019).

4.9. Sistemas de Información geográfica

Un sistema de información geográfica (SIG) es una herramienta clave para reunir, gestionar y analizar datos espaciales, integra diversos tipos de información y permite visualizar patrones mediante mapas y modelos tridimensionales (AEROTERRA, 2020). Los SIG son esenciales para comprender mejor las relaciones espaciales y tomar decisiones informadas en múltiples aplicaciones, desde planificación urbana hasta gestión ambiental (García, 2021).

5. Metodología

5.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El estudio se realizó en los cantones Puyango y Pindal de la provincia de Loja correspondiente a la unidad hidrográfica de la cuenca del río Puyango (Figura 1), en conjunto los dos cantones abarcan una extensión de 586,73 km². El cantón Puyango se ubica en las coordenadas: 3° 52' 12" S y 80° 5' 24" O, a una altitud de 1 330 m s.n.m.; su clima es semiárido, con temperaturas que varían entre 19 a 23 °C, esta región se destaca en la producción de cultivos tradicionales como café (*Coffea*) y maíz (*Zea mays*). El cantón Pindal se localiza en las coordenadas: 4° 06' 58" S y 80° 06' 27" O, con una altitud de 1 232 m s.n.m., y un clima semiárido, su temperatura varía entre 18 a 24 °C, el maíz (*Zea mays*) y el café (*Coffea*) son los cultivos principales.

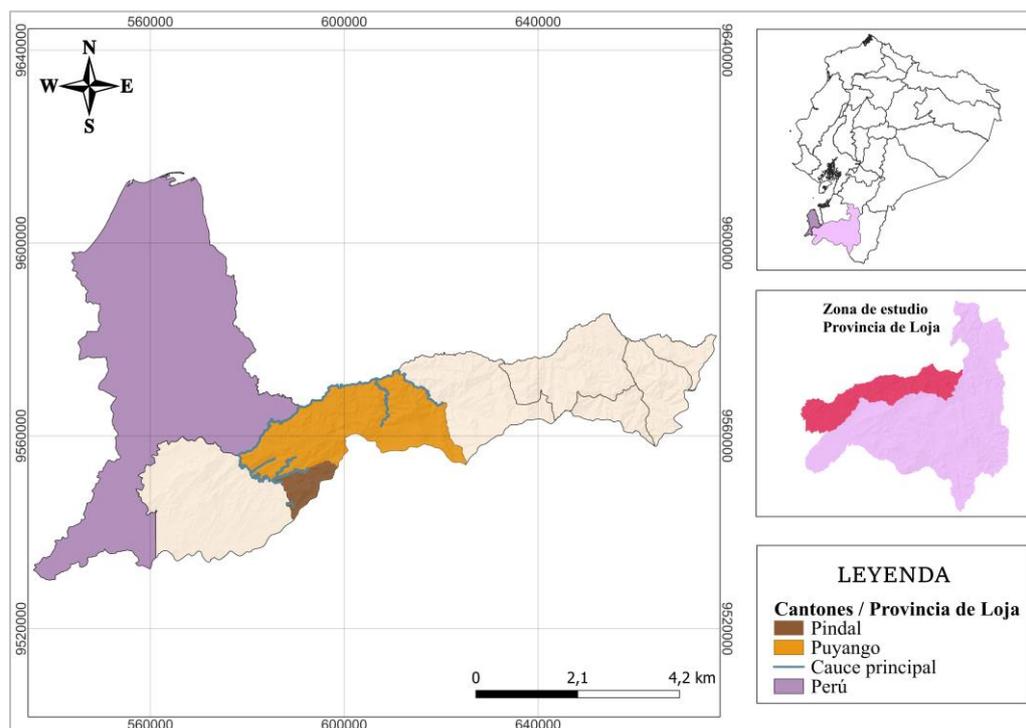


Figura 1. Cuenca hidrográfica Puyango correspondiente a los cantones Puyango y Pindal.

Las unidades hidrográficas se distribuyen: 26 en el cantón Puyango, 6 en el cantón Pindal y una compartida; por las características hidrológicas y por contar con un cauce principal perenne se seleccionaron las microcuencas Cochurco y Chirimoyo en Puyango y Pavas que se extiende en los dos cantones (Figura 2).

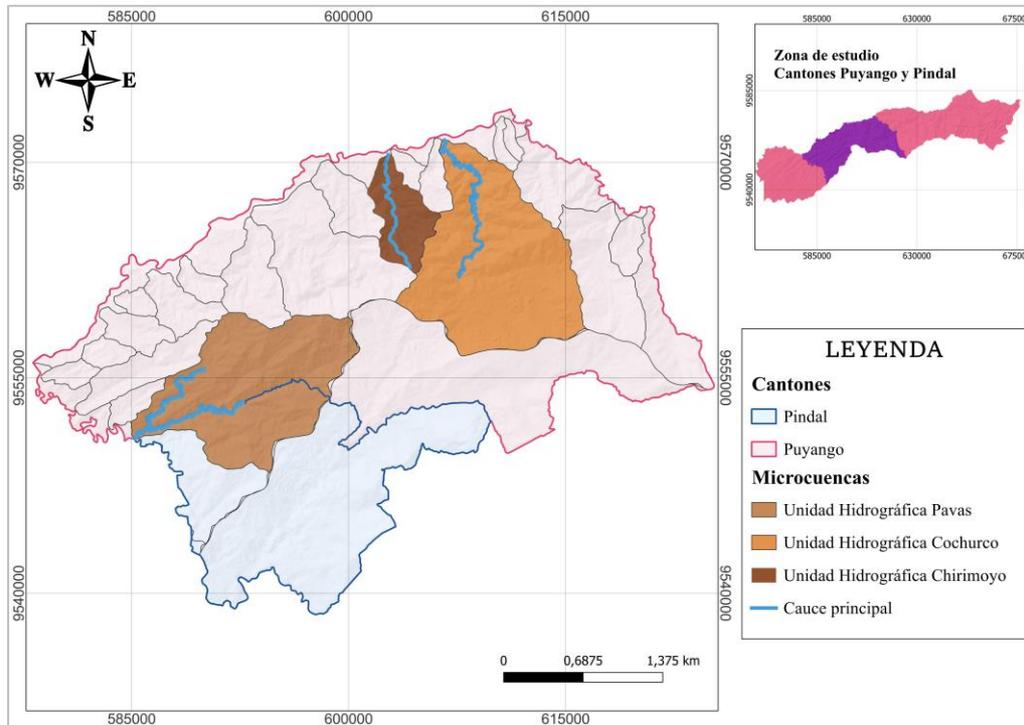


Figura 2. Unidades hidrográficas seleccionadas.

5.2. Métodos y técnicas usadas

La metodología para realizar estudios socioeconómicos de una cuenca hidrográfica se basa en una combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos, con el fin de comprender las interacciones entre los recursos hídricos, las actividades humanas y los ecosistemas.

Método cualitativo. - Arellano (2024) señala que el método cualitativo es una herramienta fundamental para la recolección de información y la generación de conocimiento a través de datos no numéricos, y, por lo tanto, no cuantificables. Este enfoque permitió la comprensión de conceptos, opiniones y experiencias, así como la identificación de datos sobre comportamientos significativos para las personas mediante la observación in situ.

Las técnicas usadas para este método fueron las entrevistas a los actores locales seleccionados cada uno representada como estudio de caso, el cual es una investigación en profundidad y detallada de un caso específico dentro de un contexto real; los casos pueden ser individuos, grupos, eventos, organizaciones, o comunidades (Yin, 2018).

También se llevarán a cabo talleres participativos, según Siena (2023), estos talleres son sesiones interactivas, en las cuales los participantes se involucran para compartir conocimientos, habilidades y perspectivas con el objetivo de alcanzar un propósito o resultado

específico; además, aportan información para la planificación y toma de decisiones que fomentan la participación corresponsable en proyectos de desarrollo comunitario (Zorrilla, 2019); información que sirvió para discutir los impactos socioeconómicos de la gestión del agua y posibles soluciones comunitarias. Finalmente, se realizarán visitas de campo para recopilar información primaria de las diferentes variables.

Método cuantitativo, en investigación científica este método, se caracteriza por el uso de datos numéricos, mediciones objetivas y técnicas estadísticas para analizar fenómenos y responder preguntas de investigación (Hernández et al., 2014). Este enfoque permite establecer relaciones causales, probar hipótesis y generar modelos predictivos basados en evidencia empírica. En la investigación se usaron:

Demanda hídrica total (DT). - Según García (2023), la demanda hídrica total (DT) en m³/mes, es la sumatoria de las demandas de agua que consumen los habitantes mensualmente, en este caso, para uso doméstico (DUD), agrícola (DUA) y pecuario (DUP).

$$DT = DUD + DUA + DUP \quad (\text{ecuación 1})$$

Índice del uso del agua (IUA).- Es la proporción entre la demanda (Dh) y la oferta hídrica (Oh) en m³/mes (García, 2023).

$$IUA = \frac{Dh}{Oh} * 100 \% \quad (\text{ecuación 2})$$

Método geoespacial. - Este método permitió la interpretación, exploración y modelización de datos, que ayudaron en la descripción de objetos, acontecimientos y diversas características de la zona de estudio, con este método se elaboraron mapas temáticos relacionados a las variables socioeconómicas estudiadas.

5.3. Metodología para el primer objetivo

Caracterizar los aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

La metodología de estudios socioeconómicos de estas microcuencas, busca comprender las interacciones entre recursos hídricos, actividades humanas y su impacto en el bienestar local. Se utilizó un enfoque multidisciplinario que integra aspectos económicos, sociales, ambientales y de gestión del agua. A continuación, se describe la metodología utilizada:

Delimitación geográfica, física y ecología de las microcuencas, se partió de la información secundaria revisada en documentos geoespaciales y físicos de plataformas digitales del Gobierno Autónomo Descentralizado de Puyango y Pindal, MAATE, Mancomunidad Bosque Seco e INEC, Geoportal del SIGTIERRAS del Ministerio de Agricultura y Ganadería, entre otros. Con los shapes descargados de la información generada se elaboraron mapas temáticos de la delimitación geográfica de la cuenca que incluye: sus límites, como microcuencas, subcuencas y límites políticos-administrativos, los cauces fluviales, afluentes y áreas de influencia, mientras que la descripción física recopila información sobre características geográficas, climáticas e hidrológicas, incluyendo precipitaciones, caudales de los ríos, uso del suelo, cobertura vegetal, entre otras variables.

Recolección de datos primarios, La recolección de datos primarios se basa en la información analizada y sistematizada para identificar patrones, tendencias y relaciones entre variables. Estos hallazgos son fundamentales para diseñar instrumentos como entrevistas, guías para estudios de caso y talleres participativos, orientados a obtener información específica que complementa la información secundaria. Posteriormente, se planifica y desarrolla el trabajo de campo, incluyendo la selección de la muestra y la programación de visitas, asegurando una recolección de datos organizada y eficiente. La recolección de información primaria se realiza mediante interacción directa con comunidades, productores y actores clave, complementando y verificando los datos secundarios. Las variables analizadas se agrupan en la tabla 2.

Tabla 2. Variables socioeconómicas analizadas en el proceso investigativo

<i>Variable</i>	<i>Componente analizado</i>
Perfil socioeconómico de la cuenca	División administrativa y ecológica Estructura de la población (edad, género) Acceso a servicios básicos (agua potable, vías)
Impactos económicos	Actividades productivas y uso del agua: Evaluar el tipo de actividades productivas que predominan en la cuenca (agricultura, ganadería, pesca, minería, etc.), y su dependencia del recurso hídrico. El suelo como factor productivo: tipo de suelo, tipos de cultivos, superficie agrícola
Infraestructura y gestión del recurso hídrico	Evaluar cómo se distribuye y utiliza el agua entre los diferentes sectores (agricultura, consumo humano, industria, etc.), identificando la demanda y la disponibilidad del recurso. Evaluar las infraestructuras de almacenamiento, distribución y tratamiento de agua en la cuenca, tales como sistemas de riego y redes de abastecimiento de agua potable. Participación de la comunidad: Analizar la participación de las comunidades y organizaciones presentes para gestionar de manera eficiente el recurso en la cuenca.

Fuente: Aguinsaca, R (2014). *Dinámica productiva agrícola: la estructura y funcionamiento de los sistemas de producción de los agricultores de las parroquias del noroccidente del cantón Loja, Ecuador.*

Elaboración: Propia

5.4. Metodología para el segundo objetivo

Cuantificar el uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango.

Levantamiento de información de usos del agua; utilizando la información obtenida de la delimitación y caracterización de las microcuencas con el software libre ArcGIS, se crearon mapas altitudinales de cada unidad hidrográfica, identificando las zonas alta, media y baja, así como la distribución poblacional (barrios y parroquias). Esta información permitió seleccionar los estudios de caso, desarrollar entrevistas y llevar a cabo talleres participativos en los barrios seleccionados, enfocados en los siguientes actores (Anexo 3):

1. Instituciones Gubernamentales: Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs)
2. Comunidades y Organizaciones Locales: juntas de agua y sistemas comunitarios de riego; organizaciones campesinas; asociaciones de productores; líderes comunitarios
3. Sector Productivo y Privado: Agricultores y ganaderos; industria y sector comercial: cooperativas y asociaciones de productores
4. Sociedad Civil y Organizaciones No Gubernamentales (ONGs); ONGs ambientales y de desarrollo sostenible y fundaciones y organismos de desarrollo rural presentes en la zona de estudio.

La guía de entrevista semiestructurada aplicada a los actores locales se adjunta en el Anexo 10, el cual se basa en las variables de la tabla 1. En la cual se registrarán datos sobre las Fuentes de abastecimiento de agua (superficial, subterránea, lluvia); los volúmenes de extracción y consumo para diferentes usos (agrícola, doméstico, pecuario); infraestructura hídrica disponible (canales de riego, reservorios, pozos); la percepción comunitaria sobre la disponibilidad y calidad del agua, entre otros aspectos.

Recolección de datos de oferta hídrica; Los datos de oferta hídrica se retomaron de los resultados del proyecto de la Universidad Nacional de Loja llamado “Disponibilidad del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica Puyango correspondiente a la provincia de Loja” basado en la metodología IDEAM 2010; en esta metodología se recopilarán datos de precipitación, caudal y evapotranspiración a partir de estaciones meteorológicas oficiales (INAMHI) y otras variables. La información histórica permitió analizar la disponibilidad y variabilidad del recurso hídrico en las microcuencas de estudio.

Estimación de la demanda hídrica; La demanda hídrica se estimó utilizando la ecuación 1. Este resultado se fundamentó en datos primarios y secundarios recopilados mediante entrevistas y observación directa, lo cual permitió estimar los diferentes usos del agua. Para el uso doméstico, se emplearon entrevistas y datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) sobre la población de la cuenca, además de registros de empresas de agua potable y juntas de agua comunitarias.

Para el uso agrícola, se identificaron los cultivos predominantes y su requerimiento hídrico promedio (litros/m²), complementado con información de asociaciones de regantes y organismos agrícolas. Debido a la ausencia de industrias en la zona, no se registró este tipo de uso. Finalmente, se extrapolaron los valores de los estudios de caso para la población total durante los 12 meses.

Estimación del índice de uso de agua; la metodología para este cálculo siguió lo expuesto en ecuación 2; se resume en la relación entre la demanda y la oferta hídrica para identificar si existe una mayor presión sobre los recursos hídricos, lo que puede generar escasez y conflictos por el uso del agua.

Los talleres participativos; se llevaron a cabo al finalizar los métodos cuantitativos, incluyendo el balance oferta-demanda y la estimación del índice de uso del agua, con la participación de todos los actores de la cuenca hidrográfica, garantizando así un enfoque integral y colaborativo. Durante estas reuniones, se organizaron conversatorios en los que se presentaron los resultados obtenidos a partir de información secundaria mediante mapas temáticos, lo que permitió enriquecer el estudio con datos adicionales, identificar problemáticas específicas y generar soluciones adaptadas a las necesidades locales. Además, se fortaleció la gobernanza del agua en el territorio, promoviendo la participación activa de la comunidad. A partir del análisis de la oferta y demanda, se identificaron posibles déficits hídricos estacionales, zonas con sobreexplotación del recurso y conflictos entre usuarios y sectores económicos en competencia por el agua, lo que permitirá desarrollar estrategias para una gestión hídrica más eficiente y sostenible.

6. Resultados

6.1. Caracterización socioeconómica de las unidades hidrográficas

6.1.1. Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango

En la Unidad Hidrográfica Cochurco se identificaron tres zonas ecológicas de acuerdo con las condiciones climáticas, tipos de suelos y ecosistemas (Tabla 3).

Tabla 3. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Cochurco

División ecológica	Superficie km ²	ha	(%)	Altitud (m s.n.m.)
Zona Baja	27,00	2 700,01	23	320 a 779
Zona Media	68,30	6 829,99	59	779 a 1 151
Zona Alta	21,25	2 124,50	18	1 151 a 1 916
Total	116,55	11 654,50	100	

La unidad hidrográfica Cochurco tiene un área de 116,02 km², forma rectangular oblonga, temperatura de 24,09 °C (Herrera, 2024), con 279 familias, con mayor presencia de hombres (Tabla 4); las actividades a las que mayoritariamente se dedican son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (Tabla 5).

Tabla 4. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Cochurco

División ecológica	N° Familias	Población			Proporción (%)	Densidad (hab/km ²)
		Hombres	Mujeres	Total		
Zona Baja	23	36	38	74	9	3
Zona Media	104	186	171	357	46	5
Zona Alta	152	186	169	355	45	17
Total	279	408	378	786	100	8

Tabla 5. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Cochurco

Actividades	Hogares por zona				Proporción (%)
	Baja	Media	Alta	Total	
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	5	31	151	187	80
Industrias manufactureras.	2			2	1
Construcción.	2	1	4	7	3
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos automotores y motocicletas	5	2	6	13	6
Transporte y almacenamiento		1		1	1
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	2		2	4	2
Información y comunicación.		1	1	2	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas; organizaciones y órganos extraterritoriales; atención de la salud humana		3	2	5	2
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria.		3	6	9	2
Enseñanza			4	4	2
Total	16	42	176	234	100

En la Unidad Hidrográfica Cochurco la cobertura vegetal es muy variada, destacando que la tierra agropecuaria predomina, indicando su gran capacidad de producción y su potencial para sostener cultivos agrícolas o pastoreo de manera sostenible (Figura 3).

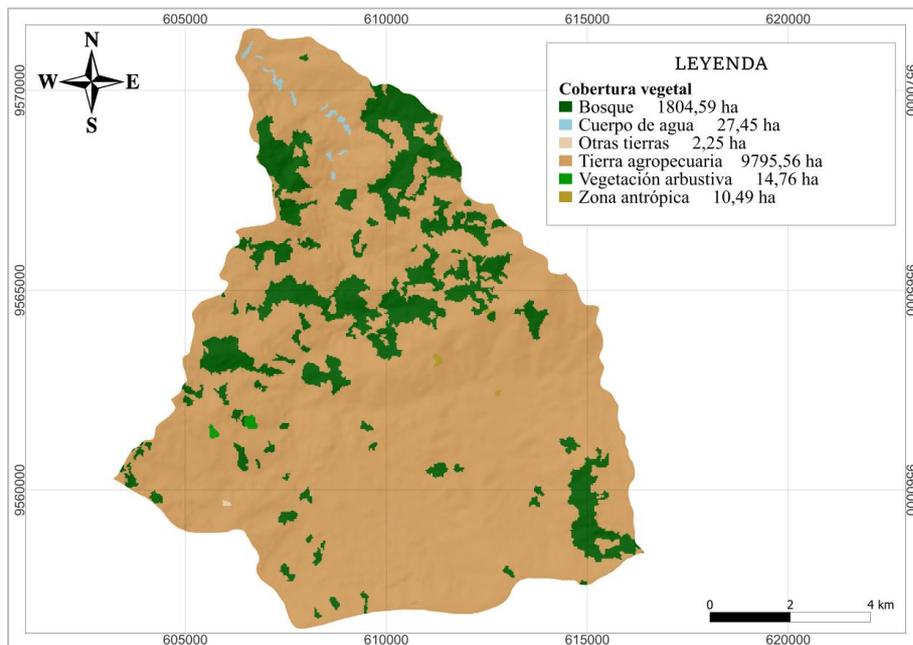


Figura 3. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Cochurco.

En la zona de estudio destacan cuatro cultivos principales; el café es el cultivo predominante, pero también hay presencia de banano, caña de azúcar y maíz (Figura 4).

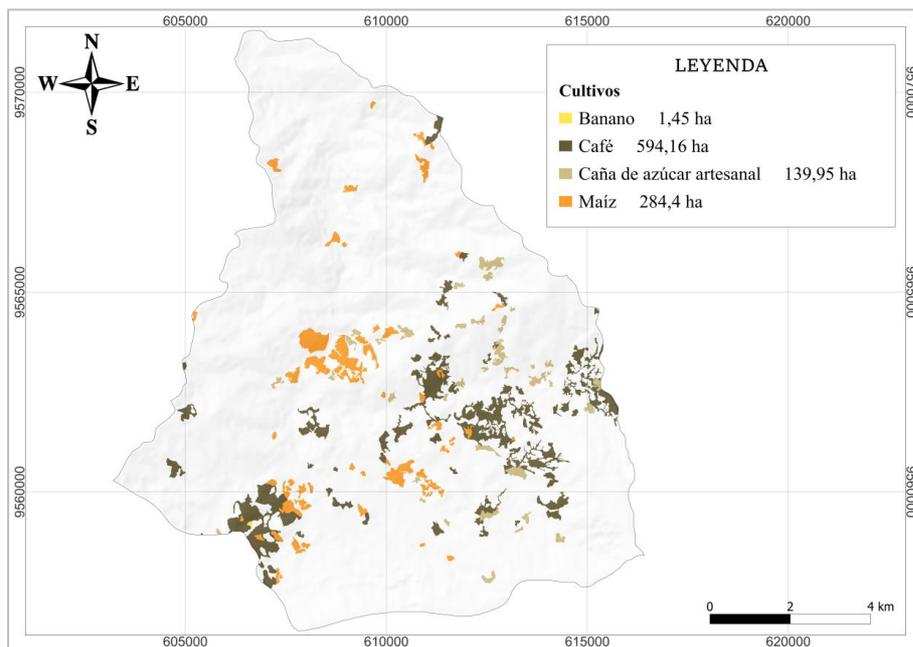


Figura 4. Cultivos Unidad hidrográfica Cochurco.

Existen diferentes usos de suelo en la zona de estudio; el uso de suelo predominante es el pecuario como se indica en la Figura 5.

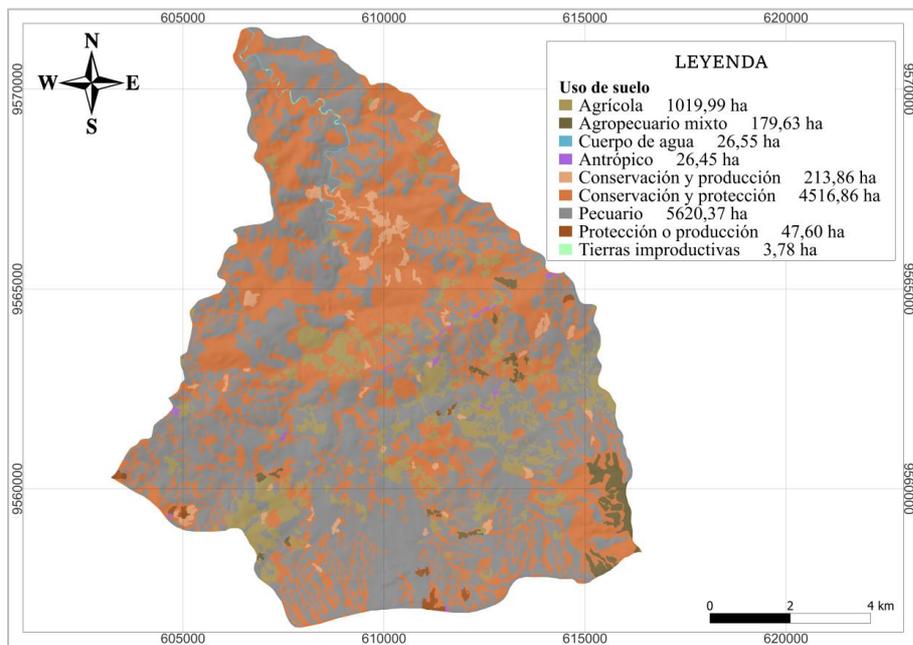


Figura 5. Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.

Existen una variedad de texturas presentes en la zona de estudio, en donde predomina la textura Arcillosa, pero también hay presencia de suelos francos, y arenosos (Figura 6).

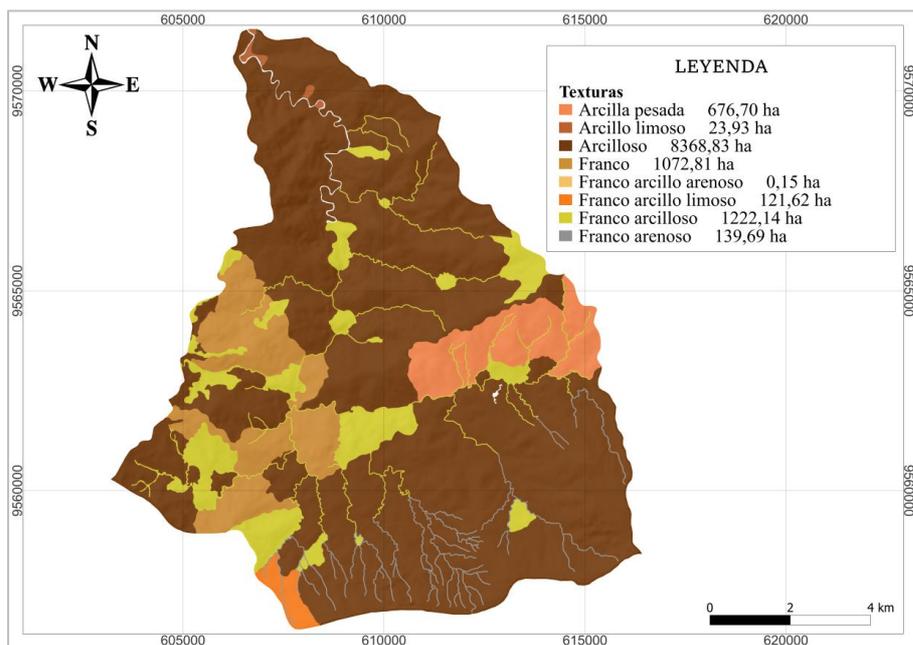


Figura 6. Texturas Unidad hidrográfica Cochurco.

En la zona de estudio existe seis tipos de conflictos de uso de suelo, con mayor predominancia la sobreutilización severa (Figura 7)

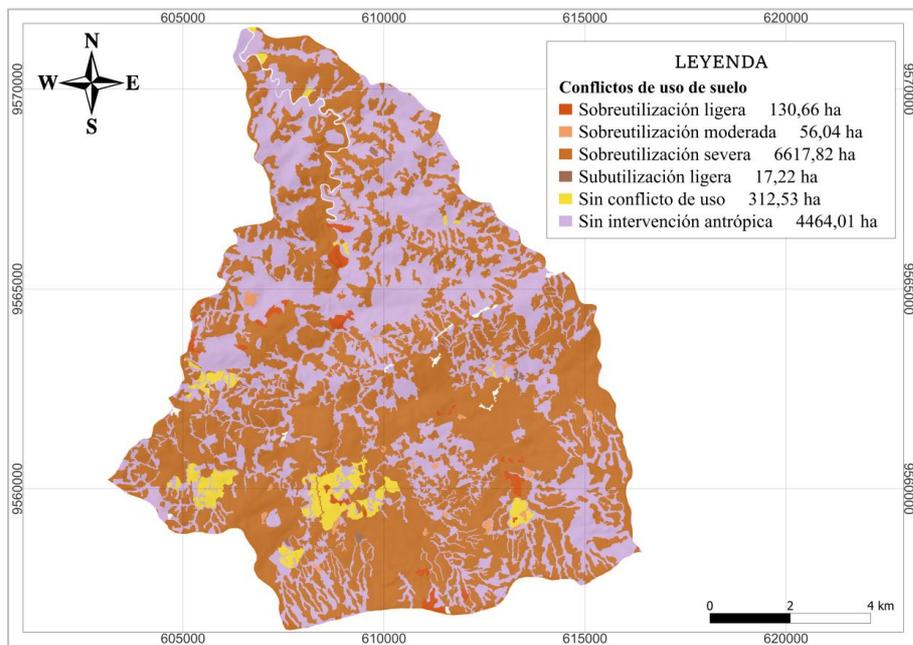


Figura 7. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Cochurco.

En la Unidad hidrográfica Cochurco existe cinco tipos de vías (Figura 8)

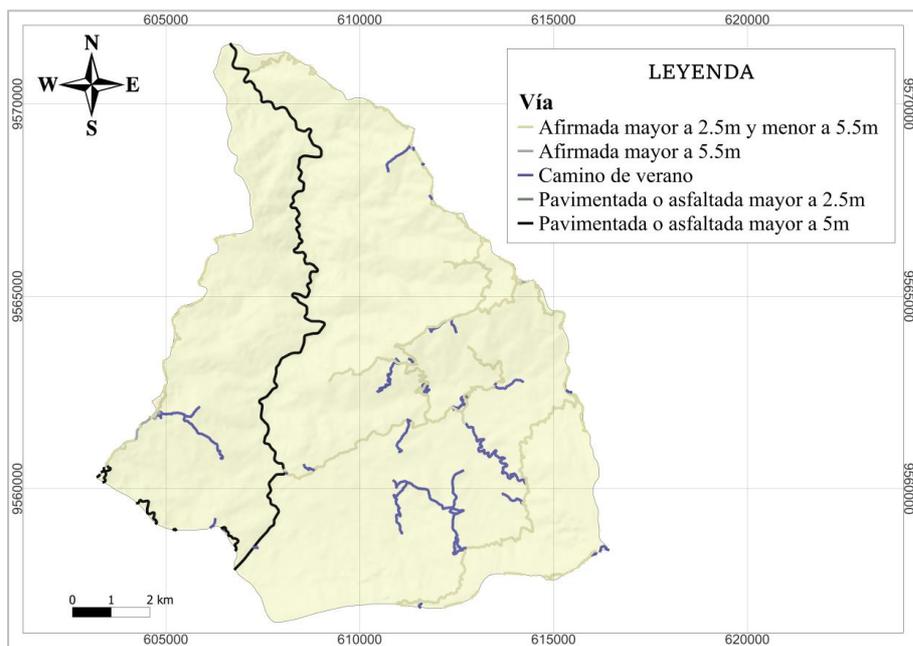


Figura 8. Tipo de vías Unidad hidrográfica Cochurco.

La tabla 6 muestra la distribución de formas de organización en la Unidad hidrográfica Cochurco.

Tabla 6. Formas de organización Unidad hidrográfica Cochurco

Tipos de organización	N°	%
GAD Parroquial	1	10
Junta de riego	1	10
Directivas barriales	8	80
Total	10	100

6.1.2. Unidad hidrográfica Chirimoyo del Cantón Puyango

La Unidad Hidrográfica Chirimoyo se divide en tres diferentes zonas que son alta, media y baja (Tabla 7), en donde cada una se caracteriza por sus condiciones climáticas, su vegetación y condiciones de suelo.

Tabla 7. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

División ecológica	Superficie km²	ha	(%)	Altitud (m s.n.m.)
Zona Baja	6,08	608,01	28	300 - 600
Zona Media	9,66	966,46	44	600 - 900
Zona Alta	6,16	616,39	28	900 – 1 200
Total	21,91	2 190,86	100	

La unidad hidrográfica Chirimoyo tiene un área de 21,90 km², forma ovalada, temperatura de 25,45 °C (Herrera, 2024), con 70 familias, con mayor presencia de hombres (Tabla 8); las actividades a las que mayoritariamente se dedican son la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (Tabla 9).

Tabla 8. Población demográfica y densidad poblacional en la Unidad hidrográfica Chirimoyo

División ecológica	N° Familias	Población			Proporción (%)	Densidad (hab/km²)
		Hombres	Mujeres	Total		
Zona Baja	28	50	43	93	41	15
Zona Media	27	48	46	94	42	10
Zona Alta	15	23	16	39	17	6
Total	70	121	105	226	100	10

Tabla 9. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

Actividades	Hogares por zona				Total	Proporción (%)
	Baja	Media	Alta			
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	26	28	10		64	88
Industrias manufactureras.	3				3	4
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos			1		1	3
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas				1	1	1
Administración pública y defensa; planes de seguridad social				1	1	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas		2			2	3
Información y comunicación.				1	1	1
Total	29	32	12	73	73	100

La distribución de la cobertura vegetal de la Unidad Hidrográfica Chirimoyo destaca en dos categorías principales en donde una significativa parte del territorio está ocupada por tierras agropecuarias (Figura 9).

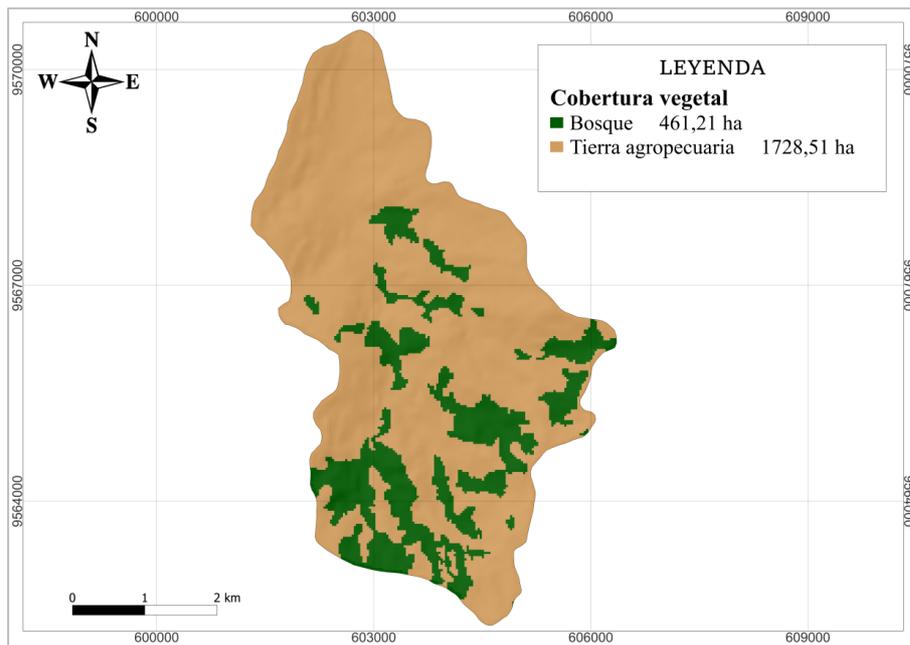


Figura 9. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Chirimoyo.

El cultivo principal en la Unidad hidrográfica Chirimoyo es el maíz, pero también se cultiva café (Figura 10).

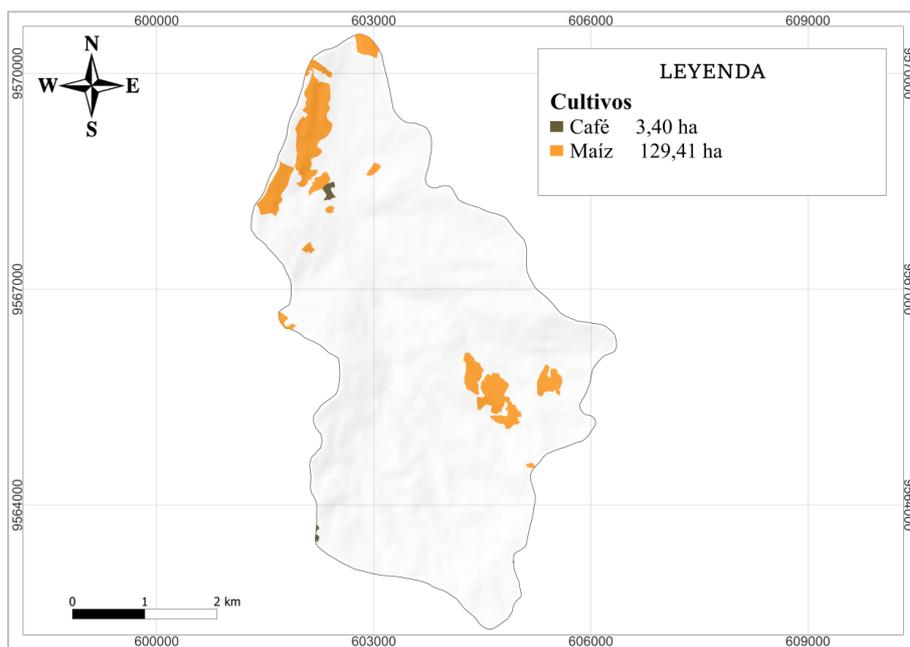


Figura 10. Cultivos Unidad hidrográfica Chirimoyo.

En el uso de suelo de la Unidad Hidrográfica Chirimoyo la mayor parte del territorio está destinado al sector pecuario (Figura 11).

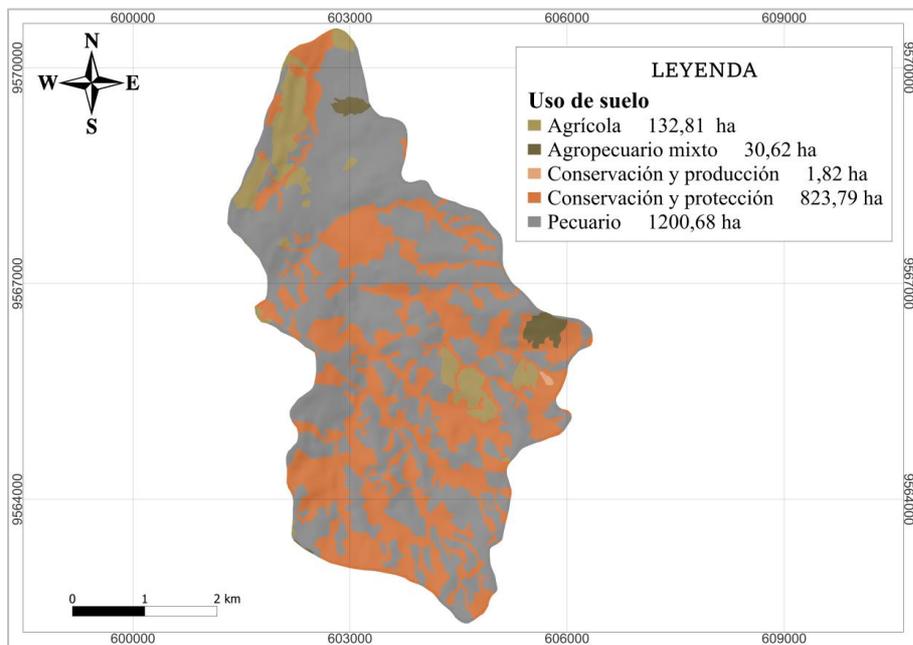


Figura 11. Uso de suelo Unida hidrográfica Chirimoyo.

En la zona de estudio están presentes diferentes tipos de texturas, en la cual la textura arcillosa es predominante (Figura 12).

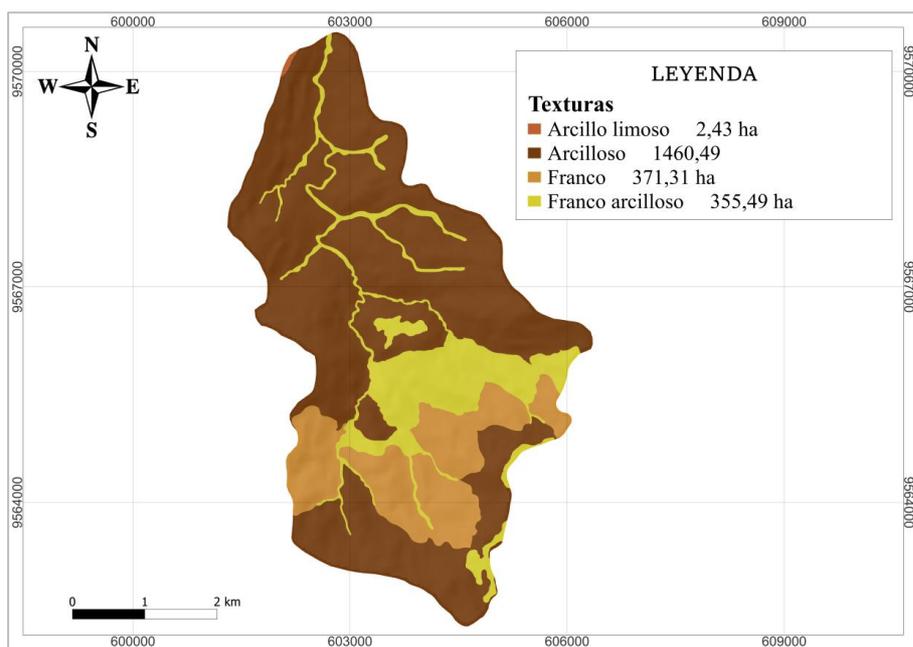


Figura 12. Texturas Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Existen varios tipos de conflictos de uso de suelo, siendo el conflicto por sobreutilización severa el predominante (Figura 13).

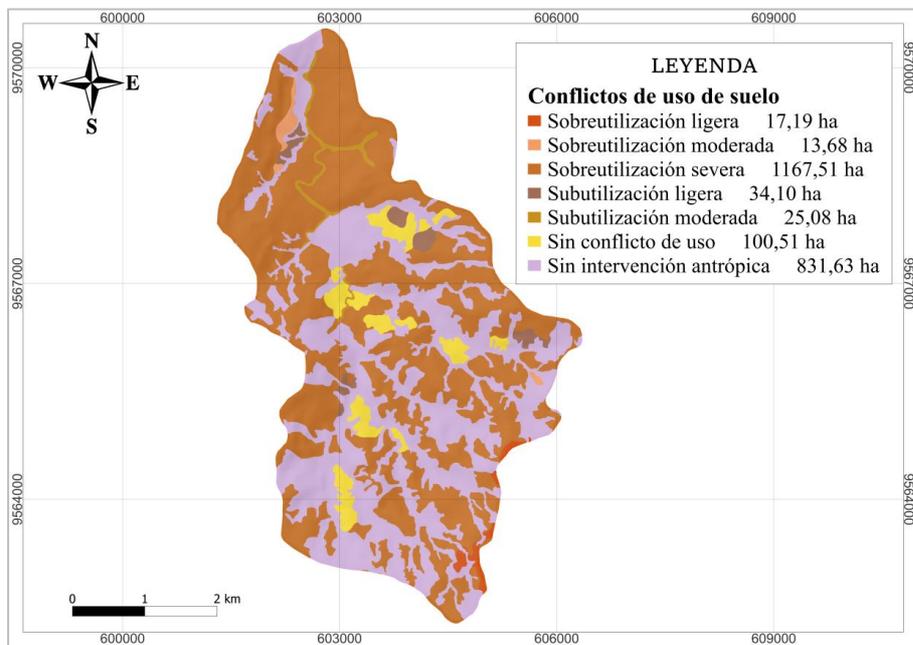


Figura 13. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Existen dos tipos de vías en la Unidad hidrográfica Chirimoyo (Figura 14).

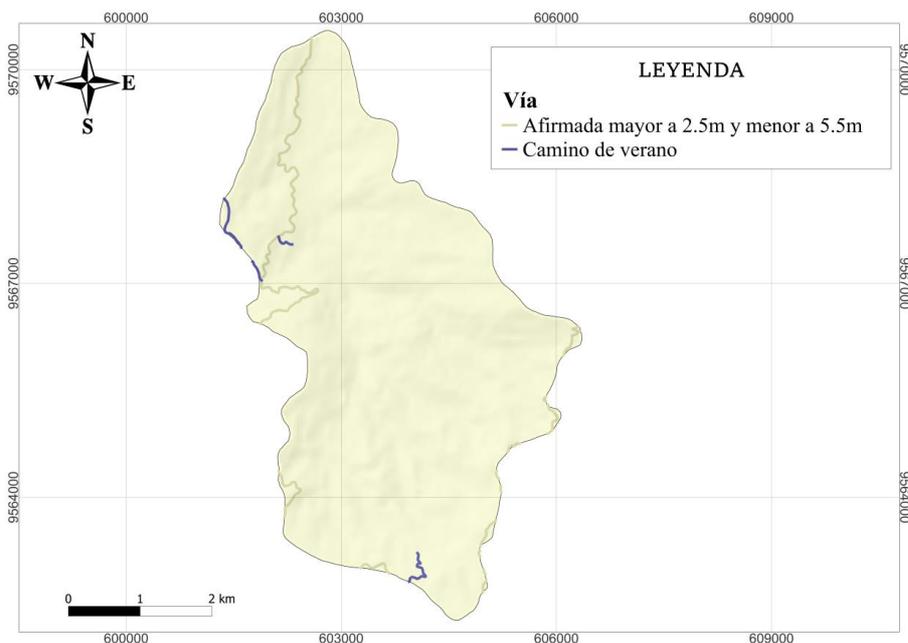


Figura 14. Tipo de vías Unidad hidrográfica Chirimoyo.

En la tabla 10 se indica las formas de organización de la Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Tabla 10. Formas de organización Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Tipos de organización	N°	%
GAD Parroquial	1	14
Junta de riego	1	14
Directivas barriales	5	71
Total	7	100

6.1.3. Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal

La Tabla 11 indica que la Unidad Hidrográfica Pavas se divide en tres zonas ecológicas con características altitudinales distintas, condiciones climáticas, tipos de suelos y ecosistemas.

Tabla 11. División administrativa y ecológica de la Unidad hidrográfica Chirimoyo

División ecológica	Superficie km²	ha	(%)	Altitud (m s.n.m.)
Zona Baja	35,31	3 531,44	34,84	360 - 661
Zona Media	44,13	4 413,03	43,54	661 - 906
Zona Alta	21,92	2 192,22	21,63	906 – 1 335
Total	101,37	10 136,69	100	

La Unidad Hidrográfica Pavas tiene un área de 101,23 km², su forma es ovalada – oblonga con una temperatura de 24,21°C (Herrera, 2024). cuenta con 292 familias como se presenta en la Tabla 12, cuya actividad predominante en todas las zonas es la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca como se indica en la Tabla 13.

Tabla 12. Población demográfica y densidad poblacional de la Unidad hidrográfica Pavas

División ecológica	N° Familias	Población			Proporción (%)	Densidad (hab/km²)
		Hombres	Mujeres	Total		
Zona Baja	47	95	93	188	16	5
Zona Media	141	303	274	577	51	13
Zona Alta	104	196	182	378	33	17
Total	292	594	549	1 143	100	12

Tabla 13. Actividades socioeconómicas de la Unidad hidrográfica Pavas

Actividades	Hogares por zona			Total	Proporción (%)
	Baja	Media	Alta		
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca.	54	153	96	303	90
Explotación de minas y canteras.	1		1	2	1
Industrias manufactureras.			1	1	1
Construcción.			2	2	1
Comercio al por mayor y al por menor, reparación de vehículos y motocicletas		1	1	2	1
Transporte y almacenamiento		2		2	1
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas		1	1	2	1
Actividades profesionales; científicas; técnicas; administrativas y de apoyo; organizaciones y órganos extraterritoriales; atención de la salud.	1	2	2	5	1
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación.	1	3	6	10	2
Enseñanza		1	5	6	1
Total	57	163	115	335	100

La cobertura vegetal de la zona de estudio es variada indicando predominancia de la tierra agropecuaria (Figura 15).

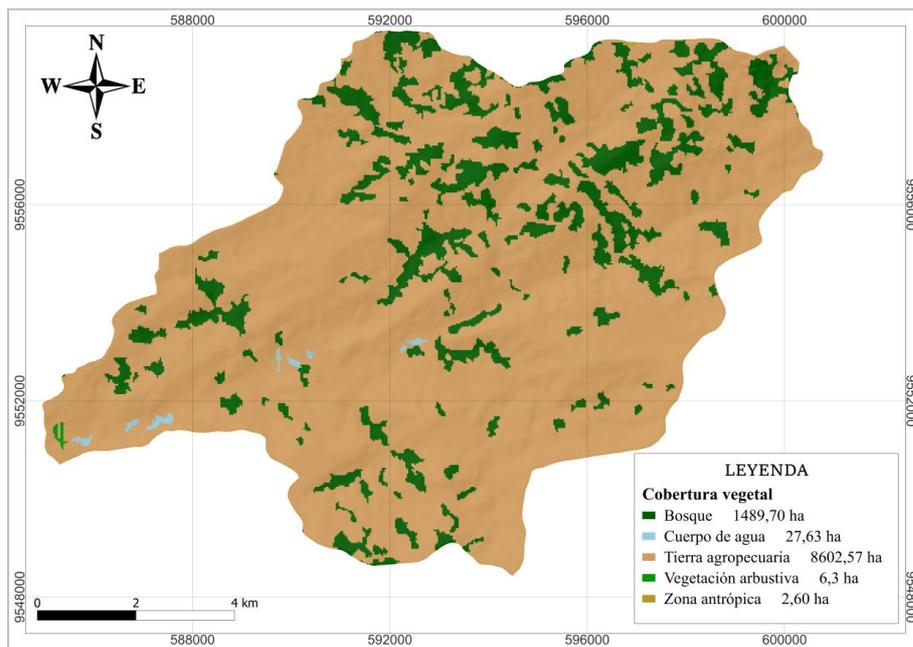


Figura 15. Cobertura vegetal Unidad hidrográfica Pavas.

Entre los cultivos presentes en la Unidad hidrográfica Pavas marca predominancia el maíz, pero también están presentes el café, caña de azúcar y frejol (Figura 16).

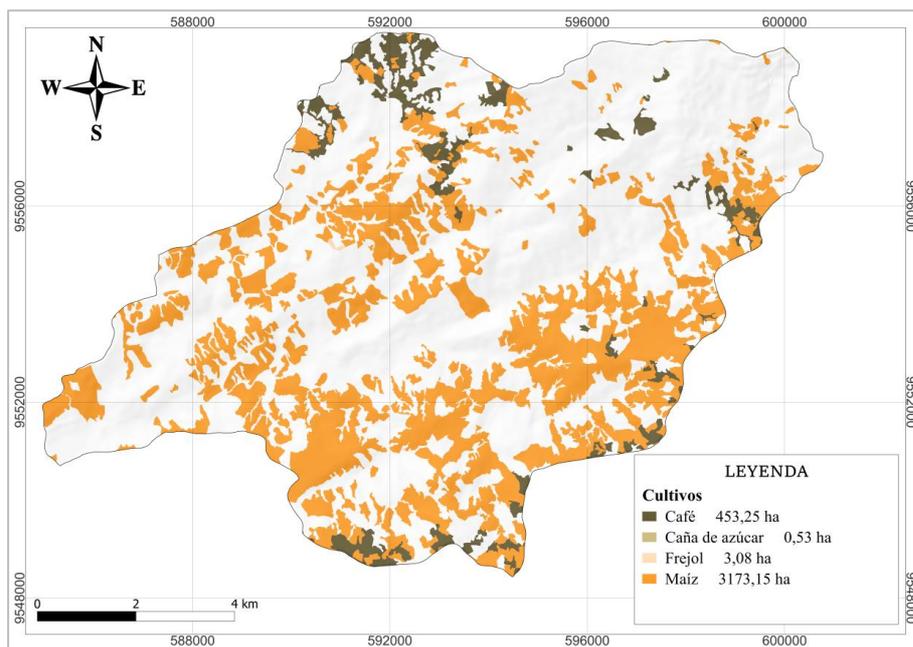


Figura 16. Cultivos Unidad hidrográfica Pavas.

El análisis de uso del suelo de la zona de estudio revela que la actividad agrícola es predominante (Figura 17).

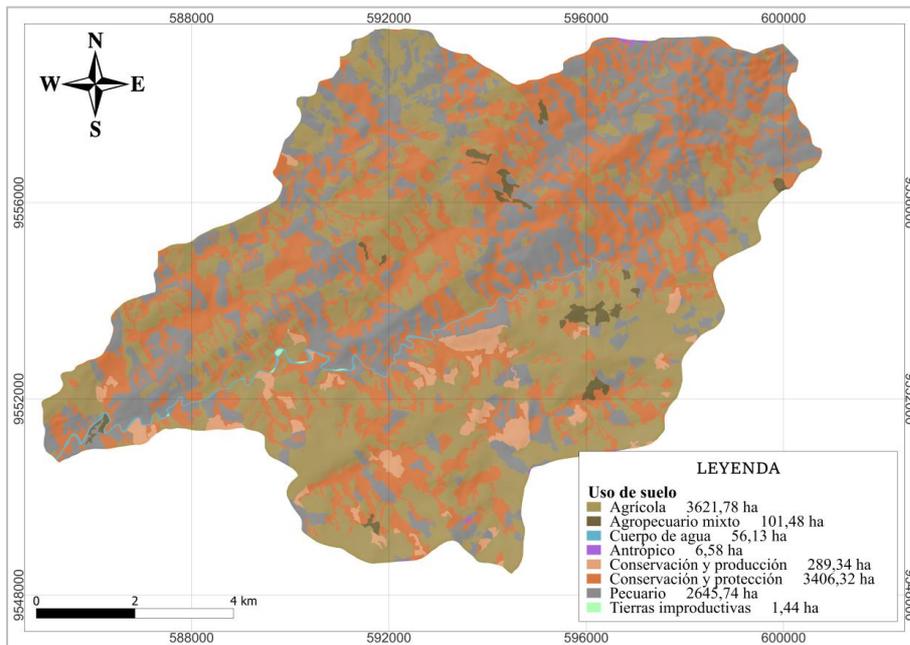


Figura 17. Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.

El análisis de la textura de suelos de la zona de estudio indica que la textura arcillosa se encuentra en mayor cantidad (Figura 18).

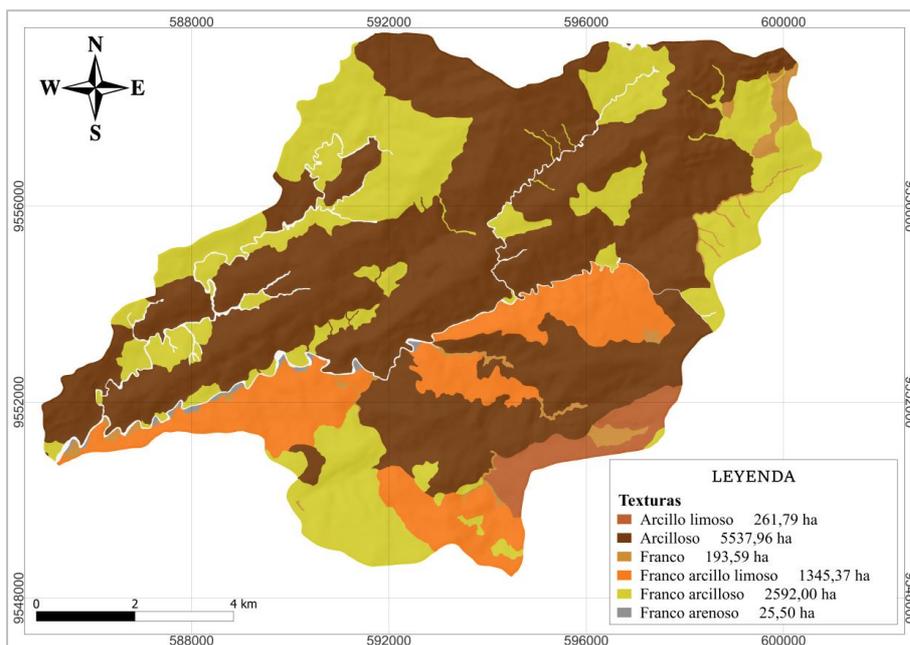


Figura 18. Texturas Unidad hidrográfica Pavas.

La Unidad hidrográfica Pavas tiene varios conflictos de uso de suelo, siendo el de mayor predominancia el de sobreutilización severa (Figura 19).

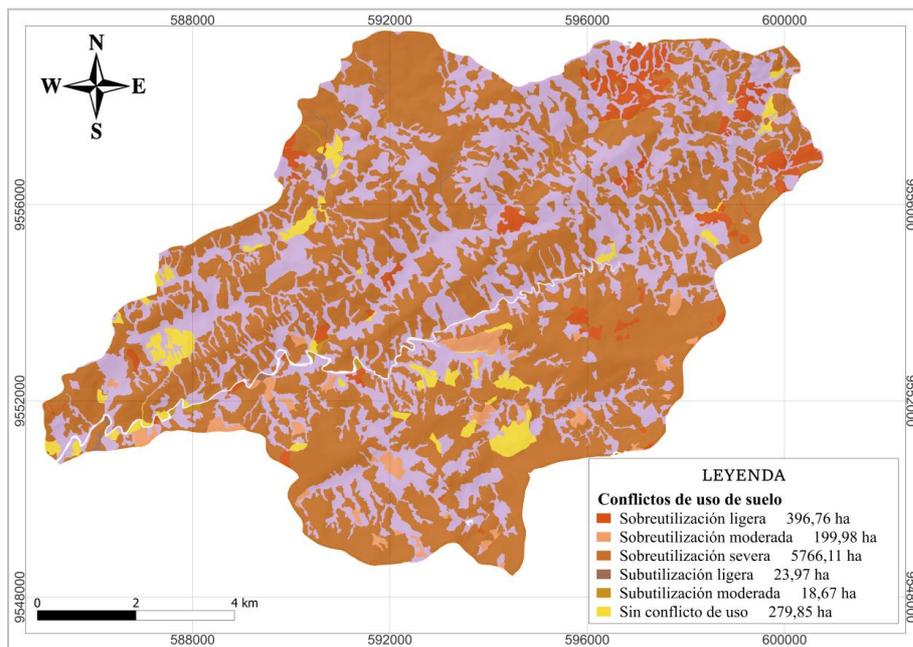


Figura 19. Conflictos de Uso de suelo Unidad hidrográfica Pavas.

La Unidad hidrográfica Pavas tiene varios cuatro tipos de vías (Figura 20).

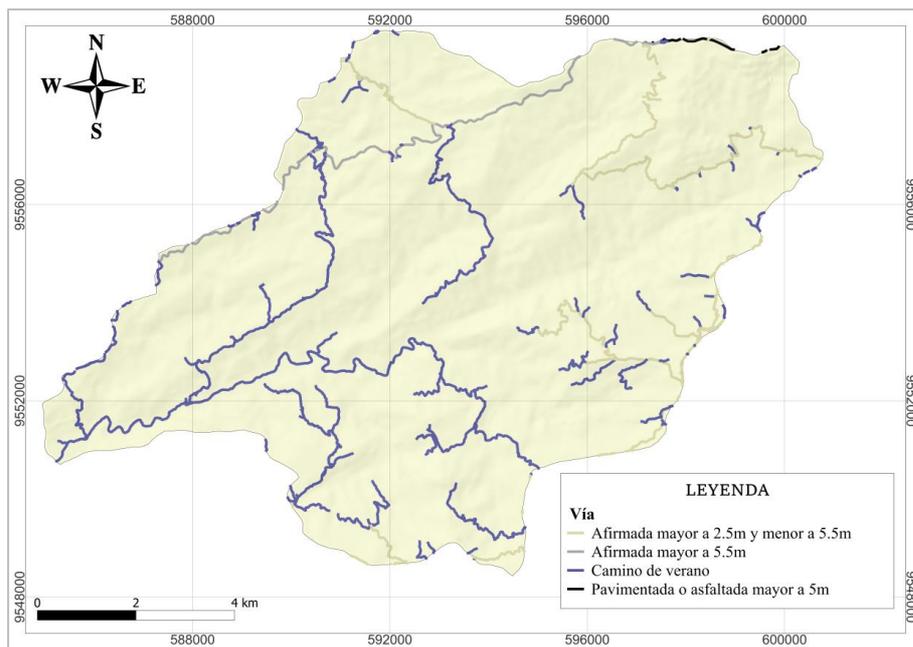


Figura 20. Tipo de vías Unidad hidrográfica Pavas.

En la tabla 14 se indica las formas de organización de la Unidad hidrográfica Pavas.

Tabla 14. Formas de organización Unidad hidrográfica Pavas.

Tipos de organización	N°	%
GAD Parroquial	1	14
Directivas barriales	6	86
Total	7	100

6.2. Cuantificación del uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango

En las Tablas 15, 16 y 17, se muestra la demanda hídrica (Dh), oferta hídrica (Oh) y el índice de uso del agua (IUA).

En la **Unidad hidrográfica Cochurco del Cantón Puyango**, de enero a diciembre la demanda hídrica mensual presenta variaciones significativas, alcanzando su máximo en julio y agosto con 12 555 m³/mes y mínimo en marzo con 9 765 m³/mes. En la mayoría de los meses, la oferta hídrica es superior a la demanda, especialmente en marzo, y con un mínimo de 453 055 m³/mes en septiembre. El IUA, que refleja la presión sobre el recurso hídrico, es más alto en estos meses críticos, destacándose septiembre con un IUA de 2,77.

Tabla 15. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Cochurco en el 2023

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Parámetros													
Dh (m3/mes)	11 160	10 602	9 765	10 602	11 718	12 276	12 555	12 555	12 276	11 997	11 718	11 160	138 663
Oh (m3/mes)	3 233 748	5 881 748	9 248 650	4 772 999	1 773 324	1 609 765	1 094 388	723 903	453 055	1 225 475	702 957	1 865 032	32 585 043
IUA	0,35	0,18	0,11	0,22	0,66	0,76	1,15	1,73	2,77	0,98	1,67	0,60	0,43

Durante los meses de enero a diciembre la **Unidad hidrográfica Chirimoyo del cantón Puyango**, muestra variaciones mensuales de Dh, alcanzando un mínimo de 2 100 m³/mes en marzo y un máximo de 2 590 m³/mes en julio, agosto, septiembre y octubre, esto indica un aumento durante los meses más secos. Por su parte, la Oh oscila entre 132 690 m³/mes en noviembre y un máximo de 1 745 780 m³/mes en marzo, lo que refleja una mayor disponibilidad durante la temporada de lluvias. El IUA presenta su valor más alto en septiembre 3,03 y el más bajo en marzo 0,12.

Tabla 16. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Chirimoyo

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Parámetros													
Dh (m3/mes)	2 380	2 240	2 100	2 240	2 450	2 520	2 590	2 590	2 590	2 590	2 520	2 520	29 330
Oh (m3/mes)	610 404	1 110 242	1 745 780	900 954	334 734	303 860	206 577	136 644	85 519	231 321	132 690	352 044	6 150 771
IUA	0,39	0,20	0,12	0,25	0,73	0,83	1,25	1,90	3,03	1,12	1,90	0,72	0,48

En la **Unidad hidrográfica Pavas Cantones Puyango y Pindal**; la demanda hídrica varía de 9 052 m³/mes en marzo y 13 140 m³/mes en julio a septiembre, evidenciando un aumento en los meses secos. La oferta hídrica (Oh) oscila entre 395 300 m³/mes en septiembre y 8 069 650 m³/mes en marzo, con una distribución que se ajusta a las necesidades de la demanda. El índice de uso anual (IUA) muestra valores más elevados en septiembre (3,32) y más bajos en marzo (0,11), indicando que los recursos están sometidos a una presión más alta en los meses de menor oferta relativa.

Tabla 17. Uso del recurso hídrico Unidad hidrográfica Pavas

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Dh (m3/mes)	11 388	9 636	9 052	10 804	11 680	11 680	13 140	13 140	13 140	12 264	11 680	11 972	139 576
Oh (m3/mes)	2 821 516	5 131 954	8 069 650	4 164 547	1 547 264	1 404 555	954 878	631 621	395 300	1 069 254	613 345	1 627 281	2 843 1167
IUA	0,40	0,19	0,11	0,26	0,75	0,83	1,38	2,08	3,32	1,15	1,90	0,74	0,49

6.3. Oferta, Demanda e Índice del uso del agua

La oferta hídrica es la cantidad de agua proporcionada por las unidades hidrográficas; mientras que la demanda hídrica se refiere al agua necesaria para satisfacer necesidades de consumo humano y agrícola de un sector o ecosistema. El índice de uso de agua permite evaluar la cantidad de agua utilizada en diversas actividades agrícolas y domésticas (Figuras 21,22,23).

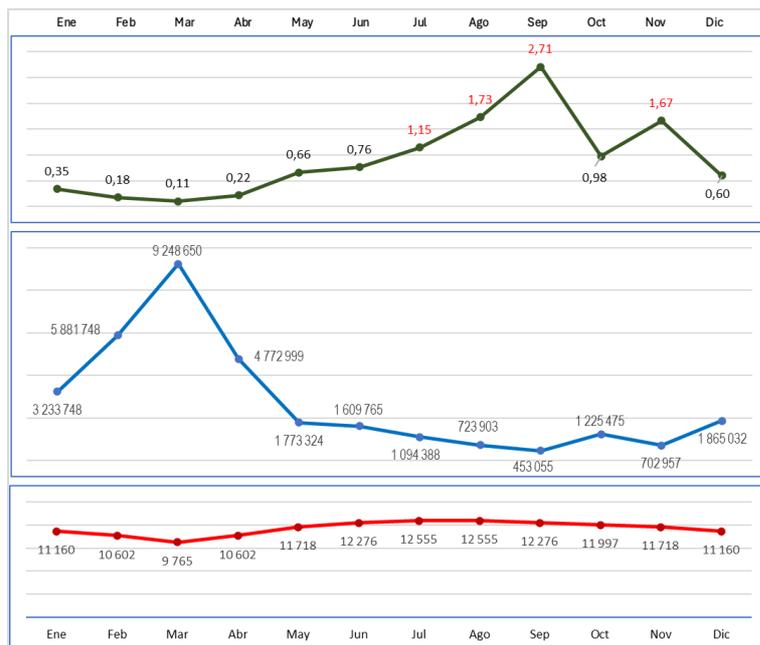


Figura 21. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Cochurco.



Figura 22. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Chirimoyo.

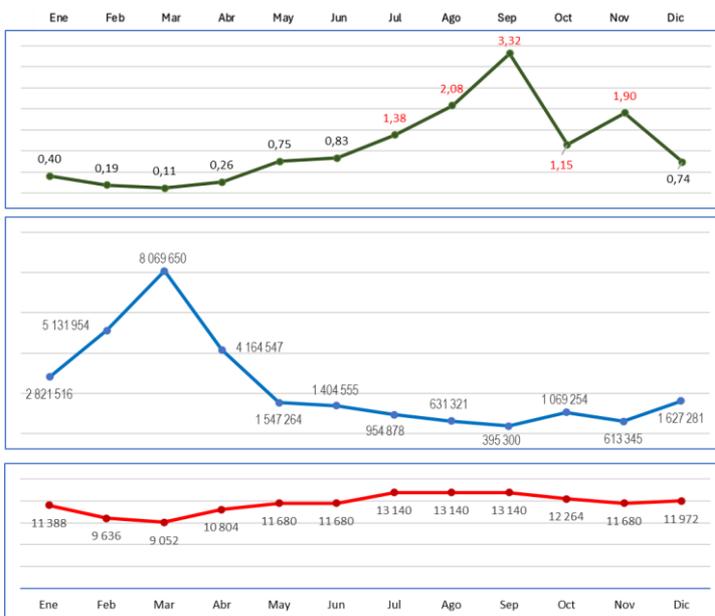


Figura 23. Oferta, Demanda e Índice de uso de agua Unidad hidrográfica Pavas.

La **Unidad hidrográfica Cochurco** enfrenta una presión de la demanda baja con respecto a la oferta disponible sobre el recurso hídrico, lo que genera satisfacer las demandas de la población. La **Unidad hidrográfica Chirimoyo** presenta menor oferta hídrica durante los meses de sequía, buscando así mantener un balance hídrico adecuado. En la **Unidad hidrográfica Pavas** se recomienda una gestión cuidadosa del recurso para evitar déficits significativos.

7. Discusión

7.1. Aspectos socioeconómicos de las microcuencas de los cantones Puyango y Pindal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango

Las tres unidades hidrográficas analizadas presentan forma rectangular-oblonga, lo que favorece la captación y aprovechamiento del agua lluvia; al estar sujetas a menores crecientes, reducen el riesgo de inundaciones y se convierten en áreas adecuadas para asentamientos humanos. La Autoridad Nacional del Agua de Perú (2021) indica que las microcuencas con este factor de forma tienden a tener un flujo de agua más rápido, lo que facilita una evacuación eficiente y un mayor arrastre de sedimentos hacia su base, contribuyendo a la estabilidad del entorno.

En la Unidad Hidrográfica Cochurco, la mayor parte de la población se concentra en las zonas media y alta (Tabla 2). En la Unidad hidrográfica Chirimoyo, los habitantes se ubican principalmente en las zonas media y baja (Tabla 5). Por su parte, en la Unidad Hidrográfica Pavas, la zona media es donde se encuentra la mayor proporción de población (Tabla 8). Ordoñez (2011) señala que en una cuenca hidrográfica se distinguen tres sectores característicos, siendo el sector medio el que presenta mejores condiciones habitacionales, propiciando actividades agrícolas. No obstante, en Cochurco, la población se localiza en la parte alta debido a la mayor fertilidad del suelo.

Las actividades principales en estas unidades hidrográficas son la agricultura y ganadería (Tablas 3 ,6, 9); adaptándose a los distintos pisos altitudinales (Tablas 4, 7, 10). Estas variaciones altitudinales dan lugar a diversas zonas de vida; los bosques húmedos premontano en las áreas altas cuentan con mayor húmedas y biodiversidad; los bosques montanos bajos con un clima templado y la zona baja alberga vegetación típica como el bosque seco tropical, notando así que la zona media y baja concentran una mayor población debido a sus características habitables. INHERI (2018), destaca que los bosques premontanos están vinculados a zonas lluviosas que favorecen la agricultura, mientras que los bosques secos tropicales acumulan humedad, aumentando así la fertilidad el suelo y facilitando el cultivo de café.

La cobertura vegetal en estas unidades hidrográficas es variada, predominando las tierras agropecuarias, lo que indica que gran parte del territorio se destina a actividades

agrícolas y ganaderas. También existen otras coberturas como bosques y vegetación arbustiva. Según Volonté et al. (2018), la cobertura vegetal es crucial en una cuenca hidrográfica ya que contribuye a la absorción del agua de lluvia y reduce el riesgo de escorrentía que causa erosión y sedimentación. Estudios han demostrado que las cuencas con cobertura vegetal homogénea tienen una mayor disponibilidad de agua porque contribuye a mantener el agua superficial. Además, ayuda a estabilizar los caudales, proporcionando agua durante épocas de sequía (Cabrera et al., 2021). Por lo tanto, se puede afirmar que las Unidades Hidrográficas Cochurco, Pavas y Chirimoyo tienen una adecuada capacidad para absorber agua y suministrar recursos hídricos a la población gracias a sus extensas áreas boscosas.

Los análisis realizados indican que los hogares reciben agua entubada debido a la falta de infraestructura para un tratamiento adecuado del recurso hídrico. Es importante señalar que existe un porcentaje de contaminación del agua por prácticas inadecuadas en la eliminación de basura (Anexo 7); muchas familias incineran desechos, lo que provoca que las cenizas sean arrastradas por el viento hacia ríos y quebradas, contaminando así las fuentes hídricas. Nunez (2010) menciona que las fuentes de agua dulce son susceptibles a contaminantes, amenazando la salud humana. Esto incluye desde grandes trozos de basura hasta sustancias químicas que afectan lagos y ríos; además, el aumento poblacional contribuye a una crisis en el suministro de agua dulce esencial para necesidades básicas.

En estas consideraciones, la falta de una estructura adecuada y de sistemas de riego provoca una distribución ineficiente del recurso hídrico para las actividades agrícolas, lo que genera temporadas de sequía y disminuye la producción de cultivos, haciéndolos menos rentables para los productores. Esta situación ha llevado a la población a recurrir a la ganadería intensiva, contribuyendo así a la contaminación del agua.

7.2. Uso del recurso hídrico de las microcuencas de los cantones Puyango y Pinal pertenecientes a la cuenca hidrográfica Puyango

En las unidades hidrográficas analizadas se observó gran cantidad de oferta hídrica disponible en las zonas de estudio; la cual cubre con totalidad las diferentes necesidades de la población. Según Pomca (2009) la oferta hídrica, es el volumen disponible para satisfacer las demandas generadas por diversas actividades sociales económicas; cabe mencionar que pueden existir épocas de sequía con disminución de la oferta.

Las principales demandas hídricas en las unidades hidrográficas Cochurco, Pavas y Chirimoyo corresponden al uso doméstico, agrícola y pecuario. No se registran demandas significativas para servicios o el sector industrial debido a la mala calidad del agua, afectada por actividades contaminantes como la quema de basura y la minería. Pereira et al. (2009) destacan que la agricultura es uno de los sectores más consumidores de agua a nivel global, lo cual se refleja en los datos obtenidos en estas unidades hidrográficas. Además, Vélez (2023) señala que el sector agrícola consume el 77 % del agua disponible.

Muchos agricultores carecen de riego tecnificado en sus sistemas de producción debido a la falta de infraestructura adecuada y a la ausencia de juntas de regantes que faciliten una distribución equitativa del recurso hídrico. Además, el exceso de ganadería contribuye a la contaminación del agua, lo que obliga a los agricultores a depender de las vertientes en sus terrenos en lugar de utilizar el agua del sistema hídrico principal. Aquellos que si acceden al cauce perenne lo hacen principalmente mediante bombeo. WeAre Water Foundation (2013) destaca que la insuficiencia de infraestructura para almacenamiento y la distribución del agua, junto con la contaminación de los sistemas de transporte hídrico por actividades mineras y una débil organización, dificulta la obtención de este recurso durante la época seca, impactando negativamente en la producción agrícola.

Las sequías representan un desafío significativo para la gestión hídrica. Galindo et al. (2014) indican que la estacionalidad de las lluvias y el cambio climático afectan la disponibilidad del agua, provocando escasez durante los meses con baja precipitación. El clima es un factor determinante en las condiciones ambientales que regulan la disponibilidad del agua; por ejemplo, en zonas con clima tropical y lluvias regulares no se presenta déficit hídrico (Osorio, 2023). En los primeros meses del año se observa mayor precipitación en la zona de estudio.

El análisis revela que las tres unidades hidrográficas presentan un índice de uso de agua que representa una presión hídrica significativa. La falta de infraestructura adecuada para sistemas de riego y agua potable impide una distribución efectiva del recurso para satisfacer las diversas necesidades humanas y agrícolas. Molden (2007) sugiere que el índice de uso del agua debe estar estrechamente relacionado con la demanda hídrica y la oferta disponible; por lo tanto, es fundamental implementar tecnologías de riego más eficientes y prácticas agrícolas sostenibles para moderar este índice.

8. Conclusiones

- Se identificó que la mayoría de la población de las unidades hidrográficas Cochurco, Chirimoyo y Pavas se concentra en las zonas medias y bajas, donde las condiciones habitacionales y la fertilidad del suelo favorecen el asentamiento humano. Las principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería, con cultivos predominantes de maíz, café, caña de azúcar y banano.
- La presencia de diversos grados de conflictos en el uso del suelo dentro de las microcuencas analizadas, dan cuenta de una alta presencia de sobreutilización del suelo, posiblemente asociada a actividades agrícolas y ganaderas sin adecuada planificación, lo que puede generar erosión, disminución de fertilidad y afectaciones en la disponibilidad hídrica. Sin embargo, también se tienen zonas con subutilización del suelo sugiriendo ecosistemas conservados claves para la regulación hídrica y la biodiversidad.
- Se evidenció que las unidades hidrográficas presentan una alta variabilidad en la oferta y demanda de agua a lo largo del año. En la unidad hidrográfica Cochurco, la demanda hídrica supera la oferta durante los meses secos, mientras que, en Chirimoyo y Pavas, el abastecimiento es irregular debido a la disminución de caudales en épocas de sequía.
- Se calculó el índice de uso del agua, el cual mostró valores críticos en los meses de mayor demanda, especialmente en la unidad hidrográfica Pavas, donde la presión hídrica fue más alta. Esto indica un uso intensivo del recurso sin estrategias adecuadas de conservación y distribución.

9. Recomendaciones

- Es fundamental llevar a cabo una recopilación exhaustiva de información sobre la población local, actividades económicas, uso del suelo, infraestructuras y fuentes de agua. Esto permitirá, mediante herramientas de georreferenciación, mapear la microcuenca, identificar áreas críticas, zonas de recarga hídrica y determinar los usos del suelo.
- Es crucial conocer el impacto ambiental y social de las actividades humanas que afectan el recurso hídrico y el retorno socioeconómico local. Esto incluye identificar riesgos y oportunidades para desarrollar recomendaciones sobre la gestión integrada del agua en la microcuenca, abarcando medidas de conservación, uso eficiente del recurso y participación comunitaria.
- Se propone implementar juntas de agua para garantizar una distribución adecuada del recurso y establecer plantas de tratamiento que proporcionen acceso a agua potable en los hogares, asegurando así la disponibilidad necesaria para las actividades agrícolas.
- Se sugiere realizar convenios con los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) para involucrar a los habitantes de las zonas de estudio en actividades como entrevistas y talleres participativos.

10. Bibliografía

- Acosta, B. (2021, enero 21). *TIPOS de VEGETACIÓN, características y ejemplos—Resumen*. ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-vegetacion-2429.html>
- AEROTERRA. (2020, agosto 25). *SIG | ¿Qué es un Sistema de Información Geográfica? | Aeroterra*. <https://www.aeroterra.com/es-ar/que-es-gis/introduccion>
- Arellano, F. (2024). *Método Cualitativo: Qué es, características, tipos y ejemplos*. Enciclopedia Significados. <https://www.significados.com/metodo-cualitativo/>
- Autoridad Nacional del Agua de Perú. (2021). *Fisiografía*. Drupal. <https://www.ana.gob.pe/2019/consejo-de-cuenca/pampas/F>
- Calviño, F. (2023, julio 5). *La importancia de una planificación agrícola exitosa: Lecciones del mal de Río Cuarto en Argentina - Cultiva*. <https://blog.sima.ag/2023/la-importancia-de-una-planificacion-agricola-exitosa-lecciones-del-mal-de-rio-cuarto-en-argentina/>
- Cervigón, F. (2020). *Usos del agua y servicios de los ecosistemas acuáticos*. Guía Fundación Nueva Cultura del Agua. <https://www.fnca.eu/guia-nueva-cultura-del-agua/areas/la-economia-del-agua/27-usos-del-agua-y-servicios-de-los-ecosistemas-acuaticos>
- Chamba, M., Massa, P., & Fries, A. (2019). Presión demográfica sobre el agua: Un análisis regional para Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 60(2), 360-377.
- CIIFEN. (2022). *Tiempo Atmosférico y Clima | CIIFEN*. <https://ciifen.org/tiempo-atmosferico-clima/>
- CNR. (2018, abril 25). *Infraestructura*. Comisión Nacional de Riego. <https://www.cnr.gob.cl/agricultores/infraestructura/infraestructura/>
- CODESAN. (2022). *Demanda de Agua para Riego – Atlas Virtual*. <https://indicadores-ecuador.condesan.org/estados/demanda-de-agua-para-riego/>

- Cristancho, L. (2022, abril 15). *El concepto de trabajo: Perspectiva histórica*.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-03482022000100105
- Croft, M. (2020, enero 1). *Evaluación de la calidad del suelo: Por qué y cómo*. ECHOcommunity. <https://www.echocommunity.org/resources/ded105b4-d364-4c41-9d5e-563722ec93a7>
- Duarte, F. H. D. (2015). *FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS*.
- Equipo Hanna. (2019, agosto 2). *Monitoreo de agua en piscicultura | Productos para Acuicultura Hanna Instruments*.
<https://www.hannacolombia.com/aqua/blog/item/monitoreo-de-agua-en-piscicultura>
- FAO. (2014). *El capital agrario en fincas de la agricultura familiar campesina | FAO*.
<https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/332305/>
- FAO. (2020, mayo 7). *Noticias*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
<http://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>
- FIDA. (2021). *Investigación agrícola para el desarrollo*. FIDA.
<https://www.ifad.org/en/initiatives/agricultural-research-for-development>
- Fondo para La Comunicación y la Educación Ambiental. (2021, julio 2). *Cuencas hidrográficas ¿Qué son? ¿Cuál es su importancia?* *Agua.org.mx*.
<https://agua.org.mx/actualidad/cuencas-hidrograficas-que-son-cual-es-su-importancia/>
- Galindo, Samaniego, J., Alatorre, J. E., & Carbonell, J. F. (2014). *Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático*.

- García. (2023). *Estimación del índice de uso de agua en la microcuenca de la quebrada La Sultana ubicada en el municipio de Caldas, Antioquia perteneciente a la empresa Cipreses de Colombia S.A.* <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/handle/10495/34030>
- Harswal. (2021). Importancia del Desarrollo de las Cuencas Hidrográficas en la Gestión de los Recursos Hídricos. *The WASH Room*. <https://thewashroom.waterforpeople.org/es/importancia-del-desarrollo-de-las-cuencas-hidrograficas-en-la-grh/>
- Haydee. (2022, febrero 8). *Estructura organizacional: Qué, para qué y cómo crearla*. Pandapé. <https://www.pandape.com/blog/estructura-organizacional/>
- Huesa, J. (2017, octubre 20). Aplicación de tecnología en los sistemas de riego. *J. Huesa Water Technology - Tratamiento de aguas*. <https://jhuesa.com/aplicacion-de-tecnologia-en-los-sistemas-de-riego>
- iAgua, redaccion. (2023, abril 19). *¿Cuál es la superficie de regadío en el mundo?* [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/respuestas/cual-es-superficie-regadio-mundo>
- IDEAM. (2015). *2014—ESTUDIO NACIONAL DEL AGUA - IDEAM*. http://www.ideam.gov.co/web/agua/estudio-nacional-del-agua/-/document_library_display/hWSQik0LFPrw/view/125687715
- IDEAM. (2018). *ÍNDICE DEL USO DEL AGUA (IUA)*. <http://www.ideam.gov.co/web/agua/iua>
- INDRHI. (2018, octubre 8). *Junta de Regantes – Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos / INDRHI*. <https://indrhi.gob.do/de-interes/junta-de-regantes/>
- INHERI. (2018). *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de la Provincia de Loja*. <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea02s/begin.htm#Contents>

- Iñiguez, M., Ojeda-Bustamante, W., & Díaz-Delgado, C. (2015). La infraestructura hidroagrícola ante escenarios del cambio climático. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5), 89-101.
- Jaya, & Rodriguez. (2023). *Determinación de la oferta hídrica en las microcuencas de los ríos Ishpi, Daldal, Uldán y quebrada Cachipata, en la Provincia de Chimborazo*.
- Jiménez, F. (2004). *La cuenca hidrográfica como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales*. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8334>
- Kuzma, S., Saccoccia, L., & Chertok, M. (2023). *25 países, una cuarta parte de la población mundial, enfrentan un estrés hídrico extremadamente alto*. <https://es.wri.org/insights/25-paises-una-cuarta-parte-de-la-poblacion-mundial-enfrentan-un-estres-hidrico>
- Luzuriaga. (2018). *Dialoguemos*. <https://dialoguemos.ec/>
- Montoriol, J. (2022, abril 1). *El uso del agua en la agricultura: Avanzando en la modernización del regadío y la gestión eficiente del agua*. CaixaBank Research. <https://www.caixabankresearch.com/es/analisis-sectorial/agroalimentario/uso-del-agua-agricultura-avanzando-modernizacion-del-regadio-y>
- Morote, A., Hernández, M., & Lois, R. (2019). *Propuestas al déficit hídrico en la provincia de Alicante: Medidas desde la gestión de la demanda y oferta de recursos hídricos*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6847577>
- Nunez, C. (2010). *La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente. Esto es lo que hay que saber*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>

- Núñez, S. (2020, diciembre 23). *ELEMENTOS y FACTORES del CLIMA - ¡Resumen!* ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/elementos-y-factores-del-clima-3167.html>
- Obando, T. (2016, junio 16). Cuenca Hidrográfica, uso del suelo y estaciones meteorológicas en Nicaragua. *Monografias.com*. <https://www.monografias.com/trabajos109/cuenca-hidrografica-uso-del-suelo-y-estaciones-meteorologicas-nicaragua/cuenca-hidrografica-uso-del-suelo-y-estaciones-meteorologicas-nicaragua>
- Palma, M. (2020, noviembre 5). La importancia del agua en el ganado. *Molinos Champion*. <https://www.molinoschampion.com/agua-en-el-ganado/>
- Pilamunga, N. (2019). *Gobernanza de los recursos hídricos como medida de adaptación al cambio climático en la microcuenca del Río Escudillas* [bachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9755>
- PNUD. (2024). *Quedándonos secos: Abordando el estrés hídrico en América Latina y el Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org/es/latin-america/blog/quedandonos-secos-abordando-el-estres-hidrico-en-america-latina-y-el-caribe>
- Pomca. (2009). *PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA MAYOR DEL RÍO LAGUNILLA – TOLIMA*. https://cortolima.gov.co/images/POMCA/POMCA_rio_lagunilla/FASE2/SUBSISTEMA_FISICBIOTICO/1.6_HIDROLOGIA.pdf
- Quimbaya, J. (2022). Uso y manejos de suelos y aguas bajo cambio climático para desarrollos agrícolas sostenibles. *Procana*. <https://procana.org/site/uso-y-manejos-de-suelos-y-aguas-bajo-cambio-climatico-para-desarrollos-agricolas-sostenibles/>

- Rangel, L., Rivas, L., & Esqueda-Walle, R. (2017). *La Situación Socioeconómica en la Cuenca*.
- Rendón, L. (2021, agosto 23). *El uso eficiente del agua en la agricultura – CIMMYT | IDP*. <https://idp.cimmyt.org/el-uso-eficiente-del-agua-en-la-agricultura/>
- Rodríguez, L., Hernández, J., Cuchivaguen, J., & Cumbe, M. (2022). *Sistematización y caracterización de los componentes Suelo, Hídrico, Social y Económico del sector sur de la cuenca hidrográfica de Río Seco—ProQuest*. <https://www.proquest.com/openview/125024aebbcba943275d2f1a008d8dcc/1?pqorigsite=gscholar&cbl=1006393>
- Romero, C. (2019, diciembre 9). *Conceptos de flora y vegetación*. https://personal.us.es/zarco/PIM-Botanica/Temas/PIM_t4/T4_1_Flora.html
- Siena, D. (2023). *Consejos para un taller participativo exitoso*. Diseño Cívico. <https://www.disenocivico.com/c/articulos/consejos-para-un-taller-participativo-exitoso>
- Telwesa. (2022, agosto 23). *Consumo industrial del agua*. Telwesa. <https://telwesa.com/consumo-industrial-del-agua/>
- Torero, M. (2021, abril 21). *La acuicultura, productividad y uso sostenible del agua*. archivo.revistaganaderia.com. https://archivo.revistaganaderia.com/acuicultura/editorial-agricola-ganaderia/editorial-agricola-ganaderia_13054_164_16300_0_1_in.html
- Universidad del Estado de Pensilvania. (2023, enero 6). *Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos*. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

- Valdivielso, A. (2020, octubre 13). *Cuenca hidrográfica de un río* [Text]. iAgua; iAgua.
<https://www.iagua.es/respuestas/cuenca-hidrografica-rio>
- WeAre Water Foundation. (2013). Infraestructura de riego y formación agroecológica en Ecuador. *We Are Water*. <https://www.wearewater.org/es/proyectos/infraestructura-de-riego-y-formacion-agroecologica-en-ecuador/>
- Yépez, M. (2015). Los recursos naturales y el manejo de Cuencas Hidrográficas [bachelorThesis, PUCE]. En *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
<http://repositorio.puce.edu.ec:80/handle/22000/8749>
- Zaldívar, A. (2016, enero 29). *Uso del agua en ganadería*. Agronegocios.
<https://www.agronegocios.es/mundo-ganadero/uso-del-agua-en-ganaderia-generalidades/>
- Zorrilla, A. (2019). Talleres participativos: Una herramienta para planificar y accionar juntos. *Campus digital idyd*. <https://campusidyd.com/talleres-participativos/>

11. Anexos

Anexo 1. Información general unidades hidrográficas en estudio.

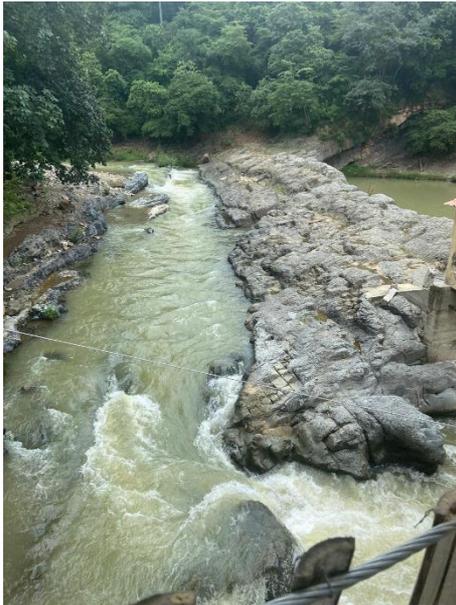
a) Unidad hidrográfica Cochurco

Unidad Hidrográfica Cochurco	
Invierno	Verano
	
Coordenadas:	Longitud: 606 681 Latitud: 957 1804
Área:	116,02 km ²
Población:	786 personas
Oferta hídrica:	4 370,03 Mm ³ /año
Demanda hídrica:	184 140 m ³ /año
Índice de uso de agua:	4 213,70
Cultivos:	Banano, café, caña de azúcar y maíz.

b) Unidad Hidrográfica Chirimoyo

Unidad Hidrográfica Chirimoyo

Invierno



Verano



Coordenadas:

Longitud: 602 720

Latitud: 957 0345

Área:

21,90 km²

Población:

226 personas

Oferta hídrica:

864,33 Mm³/año

Demanda hídrica:

39 960 m³/año

Índice de uso de agua:

4 623,23

Cultivos:

Café y maíz.

c) Unidad hidrográfica Pavas

Unidad Hidrográfica Pavas

Invierno



Verano



Coordenadas:

Longitud: 585 248 Latitud: 9 550 765

Área:

101,23 km²

Población:

1 143 personas

Oferta hídrica:

2 943,51 Mm³/año

Demanda hídrica:

157 680 m³/año

Índice de uso de agua:

5 356,87

Cultivos:

Café, caña de azúcar, frejol y maíz.

Anexo 2. Reconocimiento de la zona de estudio.

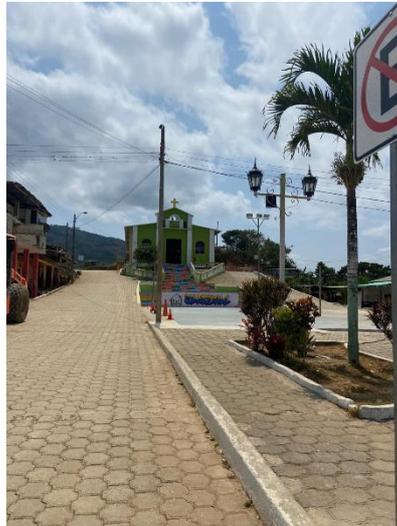
a) Cantón Puyango



b) Parroquia El Arenal



c) Parroquia El Limo



Anexo 3. Selección de Población objetivo.

a) Parroquia El Arenal

Población	Cargo
Vitelio Ríos	Presidente del GAD Parroquial
Dani Ramón	Presidente de la Junta de riego
Heleno Calderón	Agricultor
Marielci Cruz	Agricultor
Jenny Ortiz	Agricultor
José Espinoza	Agricultor
Humberto Ramírez	Agricultor

b) Parroquia El Limo

Población	Cargo
Wilman Elizalde	Presidente del GAD Parroquial
Segundo Sánchez	Secretario del GAD Parroquial
Rosa Hernández	Agricultor
Pablo Elizalde	Agricultor
Carmen Riofrio	Agricultor
Fernando Jaramillo	Agricultor
Victoria Valdivieso	Agricultor

Anexo 4. Desarrollo de entrevistas.

a) Parroquia El Arenal.



b) Presidente parroquia El Arenal y presidente junta de agua.



c) Presidente barrial.



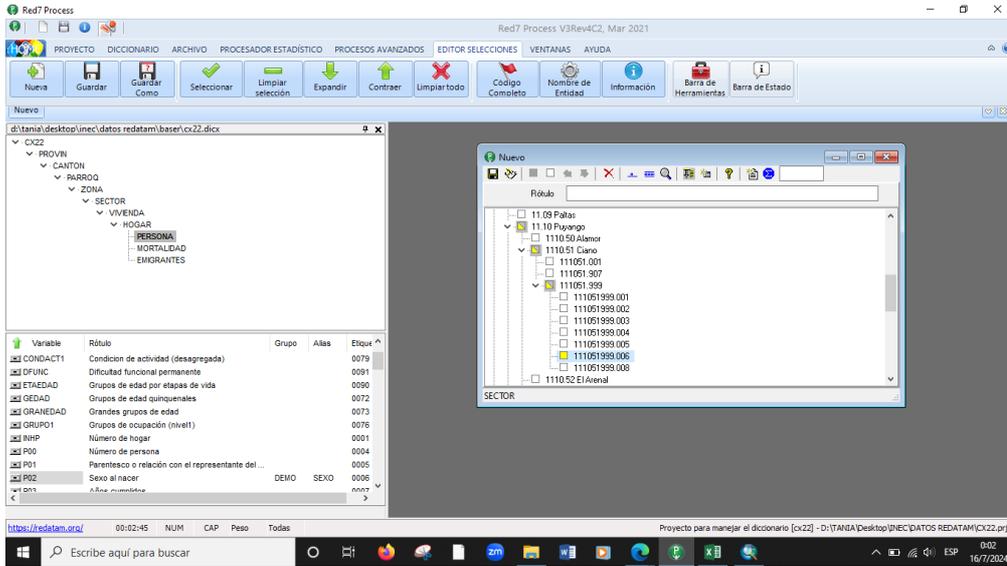
d) Presiente Parroquia Ciano



e) Presidente Parroquia El Limo



Anexo 5. Obtención de datos de la población.



Anexo 6. Desarrollo de talleres participativos.

a) Parroquia El Arenal



b) Parroquia El Arenal



c) Parroquia El limo



d) Parroquia El limo



Anexo 7. Suministros de agua.

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Empresa pública / Municipio	1		1	2
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	19	71	77	167
Pozo	1	1	1	3
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	2	32	73	107
Total	23	104	152	279

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	1	1	2	4
Pozo		1		1
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	24	24	13	61
Total	25	26	15	66

c) Unidad hidrográfica Pavas.

El agua que recibe la vivienda proviene o es suministrada por:	Hogares			
	Baja	Media	Alta	Total
Empresa pública / Municipio		67	1	68
Juntas de agua / Organizaciones comunitarias / GAD Parroquial	18	64	79	161
Pozo	8	4		12
Otras fuentes (río, vertiente, acequia, canal, grieta de lluvia)	21	6	24	51
Total	47	141	104	292

Anexo 8. Métodos de eliminación de la basura.

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	9	73	61	143
Por contenedor municipal		3		3
La arroja a terreno baldío	2			2
La quema	10	28	85	123
La entierra	1		2	3
De otra forma	1		4	5
Total	23	104	152	279

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	1	1	1	3
La quema	24	25	14	63
Total	25	26	15	66

c) Unidad hidrográfica Pavas.

Eliminación de la basura:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Por carro recolector	1	30	44	75
La arroja a terreno baldío		2	1	3
La quema	45	107	56	208
La entierra	1	2	2	5
De otra forma			1	1
Total	47	141	104	292

Anexo 9. Tipos de vía.

a) Unidad hidrográfica Cochurco.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle	13	47	4	64
Carretera	11	33	62	106
Sendero	8	13	99	120
Camino	12	13	22	47
Total	44	106	187	337

b) Unidad hidrográfica Chirimoyo.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle		1		1
Carretera	1	10	1	12
Sendero	56	9	29	94
Total	57	20	30	107

c) Unidad hidrográfica Pavas.

Tipo de vía:	Hogares por zona			
	Baja	Media	Alta	Total
Calle			1	1
Carretera	2	76	19	97
Callejón		3	1	4
Sendero	38	46	17	101
Camino	14	45	65	124
Total	54	170	103	327

Anexo 10. Encuesta.

GUÍA PARA ENTREVISTA: RECURSO HÍDRICO

a. Información general

1.1. Número de formulario:		1.4. Ubicación o dirección donde se está realizando la entrevista: _____ (nombre de la institución, organización, comunidad, localidad, pueblo, ciudad, barrio, cuenca hidrográfica, cuenca fluvial, etc.)			
1.2. Edad del/la entrevistador/a:		1.5. Detalles sobre la persona entrevistada _____ (el puesto de trabajo que ocupa en la organización, miembro del consejo, líder de la comunidad, miembro de la comunidad, miembro de la institución local, etc.)			
1.3. Fecha:	1.6. Tipo de entrevista	<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none; text-align: right;">Individual ()</td> <td style="border: none; text-align: right;">Grupal ()</td> <td style="border: none; text-align: right;">Otro ()</td> </tr> </table>	Individual ()	Grupal ()	Otro ()
Individual ()	Grupal ()	Otro ()			

b. Fuentes de agua y usos

- 1.1. De dónde viene el agua que utiliza en sus actividades diarias (productivas, personales entre otras),
- 1.2. ¿Todos tienen acceso a dicha fuente de agua, de ser el caso porque no?
- 1.3. Elabore una lista de las fuentes de agua utilizadas
- 1.4. En qué actividades usa el agua, cuál es la principal actividad que mayormente usa agua?
- 1.5. ¿Cuántos litros de agua consume al día?
- 1.6. Paga por el agua; ¿precio de un metro cúbico, considera caro o barato este precio?
- 1.7. ¿Puede especificar los volúmenes para las actividades que realiza?
- 1.8. Conoce si se usa el agua del río para actividades recreativas (piscinas, balnearios), cuantos existen

c. Saneamiento e higiene

- 2.1. Qué áreas geográficas/ubicaciones tienen menos mujeres y hombres consumidores registrados.
- 2.2. Existe agua entubada de acceso público
- 2.3. Existe otro tipo de suministro de agua potable que se tome de la cuenca hidrográfica
- 2.4. ¿Cuántos hogares recolectan/captan agua de fuentes de agua protegidas o no protegidas?
- 2.5. Como deshechas el agua usada en las distintas actividades productivas. ¿Se realiza algún proceso? Explique
- 2.6. ¿Cómo se gestionan las aguas residuales?
 - a) ¿Cuál es el método de eliminación de aguas residuales? Por favor, explique su respuesta.
 - b) ¿Se tratan las aguas residuales? // Sí // No. Por favor, explique su respuesta.
 - c) ¿Se reutilizan las aguas residuales tratadas/no tratadas? // Sí // No. Por favor, explique su respuesta

d. Agua para usos agrícolas

Considere lo siguiente:

- Identifique el área para la agricultura de regadío y de secano, y los sistemas de riego que desea estudiar
- Identifique los poblados y comunidades que se encuentran en el área
- Departamentos/autoridades a contactar:
 1. Ministerio de agricultura, departamento de riego, instituto de estadística o autoridad censal.
 2. Autoridad que gestiona el sistema de riego en el área estudiada.
 3. Departamento gubernamental o autoridad municipal que proporcione información sobre los agricultores
- Obtenga los siguientes registros:
 1. Datos sobre gestión de riego, datos agrícolas, datos de propiedad de la tierra.
 2. Registros e informes del/los régimen/es formales de riego en la zona estudiada, incluyendo la lista de regantes registrados, los calendarios de riego, las tarifas, el sistema de asignación de agua.
 3. Lista de regantes registrados en los sistemas de riego indicando la ubicación de las parcelas en el sistema de riego.
 4. Lista de agricultores dedicados a la agricultura de secano.
 5. Lista de agricultores dedicados a la agricultura con riego.
 6. Registros de las asociaciones de usuarios de agua, lista de los miembros, actas de las reuniones, registros de cuotas y tarifas de agua.
- Muestras para las encuestas en los hogares agrícolas:
 1. Muestra de regantes que tienen parcelas aguas arriba/aguas abajo.
 2. Muestra agricultoras y agricultores de cultivos de secano.
 3. Muestra de agricultores con riego
- Identifique a los informantes claves:

1. Los funcionarios del ministerio de agricultura e irrigación, incluidos los empleados/agentes de extensión que interactúan con los agricultores.
2. Los funcionarios de la autoridad de riego, incluido el personal que gestiona la asignación y liberación de agua.
3. Líderes comunitarios.
6. Agricultores que gestionan los sistemas locales de riego informal.

3.1. ¿Cuál es el número de fincas de regadío y secano en el área o región estudiada? (Utilice registros oficiales).

	Número de mujeres	Número de hombres	Total
Propietarios de tierra			
Agricultores de regadío			
Agricultores de secano			

- 3.2. ¿Es suficiente el agua que recibe para regar sus cultivos? Proporcione sus razones.
- 3.3. ¿Cuál es el volumen de agua que recibe en su turno de riego?
- a) ¿Es suficiente? // Sí // No. Proporcione sus razones.
 - b) ¿Qué sistema de riego utiliza (manual, inundación, aspersión, riego por goteo)?
- 3.4. ¿Cómo se gestiona el sistema de riego?
- 3.5. ¿Existe alguna asociación de usuarios del agua para el sistema de riego?
- a) ¿Las decisiones relativas a la gestión de la red de riego son tomadas por la autoridad de riego o también interviene la asociación de usuarios del agua?
 - b) En caso de que no haya una asociación de usuarios del agua, ¿existe algún otro mecanismo para involucrar a los regantes en la gestión? En caso afirmativo, por favor explique el mecanismo.
 - c) En caso negativo, existe algún mecanismo para involucrar a los regantes en la gestión, por favor explique las razones de no existir como obtienen el agua para esta actividad productiva
- 3.6. ¿Cómo se decide la asignación volumétrica del agua? ¿Es por tamaño de la propiedad de la tierra, por regante, o alguna otra manera? Por favor, explique su respuesta.
- a) ¿Cuál es el horario de los turnos de riego?
- 3.7. ¿Cuánto paga por el agua en cada temporada de cultivo?
- a) ¿Cuál es su opinión sobre la estructura tarifaria? Proporcione sus razones
- 3.8. Además del sistema de riego formal, ¿también tiene otras formas de riego? // Sí // No
- a) ¿Cuál es la fuente de agua para el riego? // Recolección de agua de lluvia // Aguas subterráneas // Agua superficial // Pozo abiertos // Otros, especifique
 - b) ¿Cuál es la distancia entre su tierra de regadío y la fuente de agua?
- 3.9. ¿Cómo elimina agua usada en los procesos productivos

e. Agua para otros usos (Industriales, empresariales, entre otros)

Considere lo siguiente:

- Investigue con la autoridad competente, el número de industrias y empresas relacionadas con el agua en el área de estudio.
 - Elabore una lista de las pequeñas y grandes empresas.
 - Averigüe si los propietarios/gerentes de las industrias/empresas son mujeres o son hombres.
 - Desglose los datos en función del tipo y escala de la empresa/industria.
 - De la lista anterior, obtenga la muestra de industrias/empresas para la investigación. Trate de obtener una muestra equilibrada en términos de tipo de uso.
 -
- 4.1. ¿Cuál es el número de industrias y empresas, grandes y pequeña que existen en la zona y que usen el agua de la microcuenca?
 - 4.2. Tipo de actividad que realizan
 - 4.3. Volumen de agua utilizada por día
 - 4.4. Describalas con nombres y actividad principal
 - 4.5. ¿Cómo elimina agua usada en los procesos productivos

f. Cantidad y Calidad del agua

5.1. ¿Qué cambios ha percibido en la cantidad de agua en los últimos diez años?

Por favor, explique su respuesta.

- a) ¿Cuáles considera son las causas de los cambios en la cantidad de agua?
 - b) ¿Cuáles son los efectos sobre la productividad en los cultivos?
 - c) ¿Ha cambiado en los últimos años los cultivos que produce?
 - d) ¿Qué está haciendo para superar (cualquier potencial) escasez de agua para riego?
- 5.2. ¿Qué cambios ha percibido en la calidad del agua en los últimos diez años? Por favor, explique su respuesta.
- a) ¿Cuáles considera son las causas de los cambios en la calidad del agua?
 - b) ¿Cuáles son los efectos sobre la productividad en los cultivos?
 - c) ¿Ha cambiado en los últimos años los cultivos que produce?
 - d) ¿Cómo está abordando el problema del cambio en la calidad del agua? ¿Qué está haciendo para resolverlo?
- 5.3. Está satisfecho con la calidad del agua disponible para usted?
- 5.4. ¿Es suficiente para sus necesidades diarias?
- 5.5. En una escala del 1 al 5, siendo 1 poco satisfecho(a) y 5 muy satisfecho(a) (marque con una "x" el número correspondiente)
- 5.6. ¿Está satisfecho con la cantidad de agua disponible para usted?
- 5.7. ¿Es suficiente para sus necesidades diarias?
- 5.8. En una escala del 1 al 5, siendo 1 poco satisfecho(a) y 5 muy satisfecho(a) (marque con una "x" el número correspondiente):

g. Contaminación y escases

- 6.1. ¿Ha notado cambios en las condiciones climáticas?
// Variabilidad en temperaturas estacionales // variabilidad en las precipitaciones, lluvias estacionales, lluvias no estacionales // variabilidad del inicio de los cambios estacionales // cualquier otro cambio observado. Describa cada observación
- 6.2. En su opinión, ¿existe relación entre los cambios climáticos y los cambios en los sistemas de agua?
// Sí // No. Por favor, explique su respuesta
- 6.3. ¿Qué cambios ha notado con respecto a los cuerpos de agua en los últimos 10 años?
// Variaciones en los flujos de agua en el arroyo/rio/manantial // Aumento/disminución de la sedimentación // Aumento de la salinidad // Disminución del manto freático // Variabilidad en los flujos hídricos en estuarios // Variabilidad en los flujos hídricos de los humedales costeros // Variabilidad en los flujos de marea // Aumento del nivel del mar // Impacto en los manglares, // Cambios en la calidad del agua, afectando la biodiversidad // Cualquier otro cambio observada
- 6.4. Describa cómo los cambios en la cantidad y la calidad del agua han afectado la disponibilidad de agua
- 6.5. ¿Cuál es el número de mujeres y hombres del hogar que han migrado o se han reubicado como consecuencia de la escasez de agua
- 6.6. ¿Cuál crees que es el principal agente contaminante de el agua hoy en día?
- 6.7. ¿Te preocupa la falta de agua en el futuro?
- 6.8. ¿Cuál crees que es el cuerpo de agua más contaminado cerca a su zona
- 6.9. ¿Ampollos basuras, desechos, sustancias químicas, entre otros a los cuerpos de agua?
- 6.10. Usted u otros miembros del hogar, de diferentes edades, hacen un intento por ahorrar agua?
// Sí // No. Explique las formas y métodos utilizados para ahorrar el agua
- 6.11. ¿En qué periodo se presentan estas dificultades? ¿Para qué cultivos o actividades?
- 6.12. ¿Cómo compensa el déficit de agua?

h. Otros aspectos

- 7.1. Existe organizaciones diferentes a los sistemas de riego que ayuden a la gestión y uso del recurso hídrico, indique cuales y cuál es el objetivo de las mismas
- 7.2. ¿Qué miembros de la familia tienen los derechos y/o concesiones sobre el agua
- 7.3. ¿Cuáles son los conocimientos y prácticas tradicionales o autóctonos seguidos por la comunidad sobre el intercambio de agua de las fuentes comunitarias?

- a) ¿Existen diferencias en las prácticas para las mujeres y hombres de la comunidad?
 - b) ¿Existen diferencias en las prácticas para las mujeres y hombres de distintas edades?
 - c) Describa las diferentes prácticas.
- 7.4. Existen prácticas relacionadas con:
- a) ¿Compartir agua entre miembros de la comunidad?
 - b) ¿Prioridades de asignación de agua para diferentes usos?
 - c) ¿Prioridades de asignación de agua entre individuos y comunidades
- 7.5. ¿Cómo se relacionan los conocimientos tradicionales con el intercambio de agua y con las prácticas a través de generaciones
- 7.6. ¿Considera que el gobierno ha tomado alguna medida para preservar las fuentes de agua
- 7.7. ¿Ha realizado algún cambio en los sistemas de agua tradicionales para adaptarse a los cambios climáticos descritos?
- a) ¿Estos cambios son el resultado de la innovación local, u obtuvo el conocimiento de otras fuentes? (por ejemplo, de los servicios de extensión del gobierno, capacitación del organismo agrícola, etc.) // SI // No.
 - b) ¿Qué efecto tuvieron los cambios en los sistemas tradicionales de agua y en sus medios de subsistencia? Por favor, explique su respuesta.
 - c) ¿Qué medida tomó para superar estos problemas? Por favor, explique su respuesta.
- 7.8. Describa el sistema tradicional de gestión del agua.
- a) ¿Existe un sistema de gestión diferente para cada cuerpo de agua y tipo de uso? Por favor, explique su respuesta.
 - b) ¿Hay algún comité o grupo que administre el sistema?
 - c) ¿Cuál es la composición del comité o grupo? Número de mujeres y hombres miembros del comité.
 - d) ¿Pueden los miembros hacer sugerencias con respecto al sistema de gestión?
 - e) ¿Podría dar algunos ejemplos de los cambios realizados por las sugerencias de los miembros del comité?
 - f) ¿Se aceptaron estas sugerencias? ¿Cuál fue el resultado de estas sugerencias

Anexo 11. Certificado de la realización del abstract.

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Yo, Edson Isaac Vásquez Rodríguez, con número de cédula 1104586795 y con títulos de **Licenciado en Ciencias de la Educación, Mención Idioma Inglés**, registrado en el SENESCYT con número 1008-15-133496; y **Magister en enseñanza de inglés como lengua extranjera**, registrado en el SENESCYT con número 1021-2023-2660519.

CERTIFICO:

Que he realizado la traducción de español a idioma Inglés del resumen del presente Trabajo de Integración Curricular denominado “**CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS MICROCUENCAS DE LOS CANTONES PUYANGO Y PINDAL DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA PUYANGO**”, de autoría de **Tania Denisse Cartuche Congo**, portadora de la cédula de identidad, número **1150424214**, estudiante de la carrera de Ingeniería Agrícola, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, siendo el mismo verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Loja, 09 de enero de 2025

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
EDSON ISAAC
VASQUEZ
RODRIGUEZ

Lcdo. Edson Isaac Vásquez Rodríguez, Mg. Sc.
C.I. 1104586795

REGISTRO DEL SENESCYT:

1008-15-133496
1021-2023-2660519