



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA MICROCUENCA
HIDROGRÁFICA EL RÍO SAN PEDRO, CANTÓN MEJÍA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Ingenieros Ambientales

**AUTORES: MARJORIE JADIRA CACHAGO PAILLACHO
JOSÉ LUIS CÓNDOR CAIZA**

TUTOR: EDWIN RODRIGO ARIAS ALTAMIRANO

Quito - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Marjorie Jadira Cachago Paillacho con documentación de identificación N° 1726789942 y José Luis Córdor Caiza con documento de identificación N°1719719393, manifestamos que:

Somos los autores responsables del presente trabajo; y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,



Marjorie Jadira Cachago Paillacho
1726789942



José Luis Córdor Caiza
1719719393

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros Marjorie Jadira Cachago Paillacho con documento de identificación N° 1726789942 y José Luis Córdor Caiza con documento de identificación N° 1719719393, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Trabajo Experimental: “Propuesta De Manejo Integral Para La Microcuenca Hidrográfica Del Río San Pedro, Cantón Mejía”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingenieros Ambientales, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

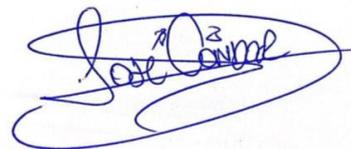
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,



Marjorie Jadira Cachago Paillacho
1726789942



José Luis Córdor Caiza
1719719393

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Edwin Rodrigo Arias Altamirano con documento de identificación N°1710165869, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: PROPUESTA DE MANEJO INTEGRAL PARA LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SAN PEDRO, CANTÓN MEJÍA realizado por Marjorie Jadira Cachago Paillacho con documento de identificación N° 1726789942 y José Luis Córdor Caiza con documento de identificación N° 1719719393, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción de Trabajo experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 02 de marzo del año 2023

Atentamente,



Ing. Edwin Rodrigo Arias Altamirano M.Sc
1710165869

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios por cuidarme, darme salud y sabiduría; a mis padres Magdalena y Patricio, quienes han sido una pieza fundamental en este proceso de crecimiento profesional que me han apoyado en todos los sentidos.

A mis hermanos y sobrina que han sido mi motor e inspiración en especial a Jordan quien además de ser mi hermano es mi mejor amigo, confidente un apoyo y motivación; te dedico este logro mi querido hermanito.

A mis abuelos Inés y Sebastián quienes antes de salir a la universidad me daban la bendición, palabras de aliento y un vasito de jugo para el camino.

A mis primos, tíos y tías por guiarme y siempre recordarme lo orgullosos que se sienten de mí, gracias por esas palabras de aliento.

Y, por último, pero no menos importante a mis queridos amigos Henry, Sebastian, Wendy, Lis, Mica, Kevo, Saúl y Wester quienes me dieron la dicha de llevarme gratos momentos y muchas anécdotas durante mi paso por la universidad.

Marjorie Jadira Cachago Paillacho

Queridos padres, hermanas y hermanos, y amigos.

Con mucha alegría y gratitud, les dedico mi tesis. Gracias por haber sido una fuente inagotable de apoyo, motivación y amor incondicional a lo largo de este arduo camino de formación académica. Sin su aliento y respaldo, no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A mis padres Gonzalo Córdor y Mariana Caiza, gracias por su ejemplo de dedicación y esfuerzo, por inculcarme desde pequeño el amor por el aprendizaje y por ser mi fuente de inspiración. A mis hermanas Ana y Silvia, y mis hermanos Pablo, Julio, Ricardo, Diego y Santiago, por su cariño, aliento y compañía incondicional.

A mis amigos de inicio de estudios, Bryan Coraquilla y Bryan Villareal, por su amistad sincera y por los momentos de risas y aprendizaje compartidos. A mi grupo de amigos que conocí a lo largo de la carrera, Cristian, Jona, Josue, Stalin, Jaime y Andrés, por su compañía, apoyo y solidaridad en momentos difíciles.

Y a mis amigas Carol, Wendy, Gaby, Andre, Gissela, Vane y Vero, por sus risas, consejos y por ser parte de los recuerdos inolvidables de esta etapa de mi vida.

Por su incondicional amistad a quien ha sido mi soporte emocional, y mi refugio en todo momento, además de haber compartido conmigo momentos inolvidables durante estos años de estudio.

Esta tesis es el resultado de un esfuerzo colectivo y es por eso por lo que la dedico con profundo cariño y agradecimiento a cada uno de ustedes.

¡Gracias por estar siempre presentes y ser parte de mi vida!

José Luis Córdor Caiza

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana, por abrirnos las puertas para poder iniciar con nuestra formación personal, además que fue nuestro segundo hogar; a nuestros profesores que fueron fundamentales en nuestro crecimiento profesional.

Queremos expresar un gran y sincero agradecimiento al Ing. Edwin Arias, principal colaborador y excelente guía para el desarrollo del presente trabajo, a los docentes de la carrera y finalmente a la Universidad Politécnica Salesiana por la oportunidad de cumplir una meta más.

Cachago Paillacho Marjorie y Cóndor Caiza José Luis

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Antecedentes	17
1.2. Justificación	19
1.3. Objetivos	20
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	20
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	20
1.4. Hipótesis	21
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. Cuenca Hidrográfica	22
2.2. Componentes de una cuenca hidrográfica	23
2.3. Delimitación.....	25
2.3.1. <i>Características morfológicas</i>	25
2.3.2. <i>Parámetros de forma</i>	27
2.3.3. <i>Parámetros de relieve</i>	27
2.3.4. <i>Red de drenajes</i>	28
2.3.5. <i>Tipos y uso de suelo</i>	29
2.3.6. <i>Vegetación</i>	29
2.4. Clasificación	30
2.4.1. <i>Por su tamaño</i>	30
2.4.2. <i>Por el tipo de desembocadura</i>	30
2.4.3. <i>Por su uso</i>	31
2.5. Componentes de una cuenca hidrográfica	31
2.5.1. <i>Físico – Natural</i>	31
2.5.2. <i>Socio- Cultural</i>	32
2.5.3. <i>Técnico – Económico</i>	32
2.5.4. <i>Político – Institucional</i>	32
2.6. Manejo integral de las cuencas hidrográficas	33
2.6.1. <i>Importancia de la gestión de cuencas hidrográficas</i>	34
2.6.2. <i>Problemas en una cuenca hidrográfica</i>	35
2.6.3. <i>Gestión de cuencas</i>	36
2.6.4. <i>Recursos hídricos en el Ecuador</i>	36
3. MATERIALES Y MÉTODOS	38
3.1. Materiales.....	38
3.2. Metodología	38
3.2.1. <i>Recopilación de información</i>	38
3.2.2. <i>Delimitación de la microcuenca en ArcGIS</i>	39
<i>Caracterización Morfométrica de la Microcuenca</i>	40
3.2.3. <i>Análisis Ambiental: Factores Abióticos</i>	48

3.2.4.	<i>Conflictos Ambientales</i>	51
3.2.5.	<i>Análisis Ambiental: Factores Bióticos</i>	52
3.2.6.	<i>Análisis Socioeconómico</i>	53
3.2.7.	<i>Análisis Cultural</i>	54
3.2.8.	<i>Evaluación de Impactos Ambientales</i>	54
3.2.9.	<i>Zonificación Ecológica Económica</i>	55
3.3.	Metodología para el índice de calidad de agua	60
3.3.1.	<i>Puntos de muestra de recolección</i>	60
3.3.2.	<i>Análisis de los datos de medición de la calidad del agua</i>	61
3.3.3.	<i>Elaboración y cálculo para el índice de calidad del agua</i>	62
3.4.	Evaluación del Suelo.....	65
3.4.1.	<i>Toma de Muestras.</i>	65
3.4.2.	<i>Profundidad de Muestreo</i>	65
3.4.3.	<i>Cantidad de Puntos de Muestreo y Recolección.</i>	66
3.4.4.	<i>Homogenización de Muestras</i>	66
3.4.5.	<i>Envasado e Identificación de la Muestra.</i>	66
3.4.6.	<i>Transporte de la Muestra.</i>	66
3.4.7.	<i>Criterios de Calidad de Suelo. (Tipos de suelo)</i>	67
3.5.	Variables a evaluar en la investigación.....	67
3.6.	Análisis estadístico.....	67
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	68
4.1.	Delimitación del área de estudio de la Microcuenca	68
4.2.	Ubicación	68
4.3.	Caracterización Morfométrica de La Cuenca	70
4.3.1.	<i>Parámetros Generales</i>	70
4.3.2.	<i>Parámetros de Forma</i>	70
4.3.3.	<i>Parámetros de Relieve</i>	71
4.3.4.	<i>Parámetros de la Red de Drenaje</i>	74
4.4.	Análisis Ambiental.....	74
4.4.1.	<i>Factores Abióticos</i>	74
4.4.2.	<i>Factores Bióticos</i>	80
4.5.	Análisis Socioeconómico.....	90
4.5.1.	<i>Demografía</i>	90
4.5.2.	<i>Salud</i>	90
4.5.3.	<i>Agua potable</i>	91
4.6.	Recopilación de datos encuesta	92
4.6.1.	<i>Tabulaciones de encuesta</i>	93
4.7.	Parámetros medidos en campo:.....	108
4.7.1.	<i>pH del agua</i>	108
4.7.2.	<i>Variación de Temperatura del agua:</i>	109
4.8.	Parámetros medidos del agua en laboratorio:	110
4.8.1.	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno:</i>	110
4.8.2.	<i>DQO</i>	111
4.8.3.	<i>Fosfatos:</i>	112
4.8.4.	<i>Nitratos:</i>	113

4.8.5. Sólidos disueltos totales:	115
4.8.6. Turbidez:.....	116
4.8.7. Coliformes fecales:.....	117
4.9. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF:	118
4.9.1. Estándares de aplicación desarrollados por ICA-NSF.....	119
4.9.2. Comparación entre resultados obtenidos de los análisis de agua con la Legislación Ambiental Vigente.....	119
Propuesta De Plan De Manejo Ambiental Para La Microcuenca Del Río San Pedro.....	122
4.10. Objetivos.....	122
4.10.1. Objetivo General.....	122
4.10.2. Objetivos Específicos.....	122
4.11. Marco Legal.....	123
4.12. Programa de desarrollo productivo.....	130
4.12.1. Justificación.....	130
4.12.2. Objetivo General.....	131
4.12.3. Objetivos Específicos.....	131
4.12.4. Propuesta.....	131
4.12.5. Proyectos.....	132
4.13. Programa de conservación y recuperación de los recursos naturales.....	133
4.13.1. Justificación.....	133
4.13.2. Objetivo General.....	133
4.13.3. Objetivos Específicos.....	133
4.13.4. Propuesta.....	134
4.13.5. Proyectos.....	134
4.14. Programa de desarrollo comunitario.....	135
4.14.1. Justificación.....	135
4.14.2. Objetivo General.....	135
4.14.3. Objetivos Específicos.....	135
4.14.4. Propuesta.....	136
4.14.5. Proyectos.....	136
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	137
5.1. Conclusiones.....	137
5.2. Recomendaciones.....	138
6. BIBLIOGRAFÍA.....	140
7. ANEXOS.....	152
7.1. Documentación respaldo.....	152
7.2. Mapas de ArcGIS.....	153
7.3. Encuestas.....	166
7.4. Análisis de suelo (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020).....	169
7.5. Análisis de agua.....	171
7.6. Contaminación.....	173

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Materiales para llevar a cabo la experimentación.....</i>	38
<i>Tabla 2. Valores de compacidad para el índice de Gravelius.....</i>	42
<i>Tabla 3 Clases de valores de Forma.....</i>	44
<i>Tabla 4. Rangos de pendientes de suelo.....</i>	50
<i>Tabla 5. Categorías de uso de suelo.....</i>	51
<i>Tabla 6. Aptitud agrícola.....</i>	57
<i>Tabla 7. Aptitud Forestal.....</i>	58
<i>Tabla 8. Aptitud Turística.....</i>	59
<i>Tabla 9. Muestreo de agua - Coordenadas UTM.....</i>	60
<i>Tabla 10. Parámetros de calidad de agua ICA.....</i>	63
<i>Tabla 11. Escala de clasificación para la calidad.....</i>	64
<i>Tabla 12. Criterios para la evaluación del suelo.....</i>	67
<i>Tabla 13. Parámetros generales.....</i>	70
<i>Tabla 14. Parámetros de forma.....</i>	71
<i>Tabla 15. Parámetros de Relieve.....</i>	71
<i>Tabla 16. Datos para la realización de la curva hipsométrica.....</i>	72
<i>Tabla 17. Parámetros de la red de drenaje.....</i>	74
<i>Tabla 18. Zonas Climáticas.....</i>	75
<i>Tabla 19. Uso y tipos de Suelos.....</i>	76
<i>Tabla 20 Pendientes del suelo.....</i>	77
<i>Tabla 21 Áreas protegidas.....</i>	79
<i>Tabla 22 Flora, Cantón Mejía.....</i>	81
<i>Tabla 23 Especies y nivel de peligro de extensión.....</i>	84
<i>Tabla 24. Demografía.....</i>	90
<i>Tabla 25. Servicios de salud.....</i>	91
<i>Tabla 26 Dato poblacional.....</i>	93
<i>Tabla 27. Muestra poblacional.....</i>	93
<i>Tabla 28 Referencias UTM - Puntos de muestreo.....</i>	93
<i>Tabla 29 pH.....</i>	108
<i>Tabla 30 Temperatura en los tres puntos de muestreo.....</i>	109
<i>Tabla 31 Resultados DBO en los tres puntos de muestreo.....</i>	110
<i>Tabla 32 Demanda Química de Oxígeno.....</i>	111
<i>Tabla 33. Resultados fosfatos.....</i>	112
<i>Tabla 34 Resultados nitratos.....</i>	113
<i>Tabla 35. Resultados Oxígeno disuelto.....</i>	114
<i>Tabla 36 Solidos disueltos totales.....</i>	115
<i>Tabla 37 Resultados turbidez.....</i>	116
<i>Tabla 38 Coliformes fecales.....</i>	117
<i>Tabla 39 Índice de Calidad de Agua ICA-NSF.....</i>	118
<i>Tabla 40 Resultados obtenidos en campo comparación con la normativa ambiental.....</i>	119
<i>Tabla 41 Resultados obtenidos en laboratorio comparación con la normativa ambiental.....</i>	120
<i>Tabla 42 Marco legal, Constitución de la República del Ecuador.....</i>	123
<i>Tabla 43 Marco legal, Código organico de organización territorial autonomia y descentralizacion (cootad).....</i>	127
<i>Tabla 44 Marco legal, Código organico del ambiente.....</i>	130

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1</i> Clasificación jerárquica de cuencas.....	23
<i>Figura 2</i> Partes de una cuenca hidrográfica.....	24
<i>Figura 3</i> Modelo Builder para la delimitación de la Microcuenca en ArcGIS.....	40
<i>Figura 4</i> Curva Hipsométrica.....	46
<i>Figura 5</i> Zonificación económica ecológica	56
<i>Figura 6</i> Mapa Muestreo de agua - Coordenadas UTM.....	61
<i>Figura 7</i> Determinación del área de estudio.....	69
<i>Figura 8</i> Curva Hipsométrica.....	73
<i>Figura 9</i> Uso de suelo.....	77
<i>Figura 10</i> Pendientes de suelo.....	78
<i>Figura 11</i> Áreas protegidas.....	79
<i>Figura 12</i> Agua potable.....	92
<i>Figura 13</i> Estado actual del agua	94
<i>Figura 14</i> Consumo directo del agua del Río San Pedro	95
<i>Figura 15</i> Campañas de cuidado del entorno de la microcuenca.....	96
<i>Figura 16</i> Responsabilidad del cuidado de la cuenca.....	97
<i>Figura 17</i> Atención brindada por las autoridades	98
<i>Figura 18</i> Campañas de manejo de la basura.....	99
<i>Figura 19</i> Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días.....	100
<i>Figura 20</i> Campañas de limpieza.....	101
<i>Figura 21</i> Campañas de limpieza.....	102
<i>Figura 22</i> Índice de calidad del Agua	103
<i>Figura 23</i> Contaminación de la cuenca.....	104
<i>Figura 24</i> Contaminación de la cuenca.....	105
<i>Figura 25</i> Campaña de reforestación.....	106
<i>Figura 26</i> Turismo en la zona.....	107
<i>Figura 27</i> pH en los tres puntos de muestreo.....	109
<i>Figura 28</i> Temperatura en los tres puntos de muestreo	110
<i>Figura 29</i> DBO en los tres puntos de muestreo.....	111
<i>Figura 30</i> Demanda Química de Oxígeno.....	112
<i>Figura 31</i> Fosfatos.....	113
<i>Figura 32</i> Nitratos	114
<i>Figura 33</i> Oxígeno Disuelto	115
<i>Figura 34</i> Sólidos Disueltos Totales.....	116
<i>Figura 35</i> Turbidez.....	117
<i>Figura 36</i> Coliformes Fecales	118

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. <i>Ecuación de Gravelius</i>	42
Ecuación 2. <i>Factor de Forma de Horton (Kf)</i>	43
Ecuación 3. <i>Pendiente media del cauce</i>	45
Ecuación 4. <i>Altura media</i>	47
Ecuación 5. <i>Índice de calidad</i>	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	<i>Carta de auspicio de trabajo de titulación de institución externa</i>	152
Anexo 2	<i>Red hídric</i>	153
Anexo 3	<i>Límite cantonal</i>	154
Anexo 4	<i>Límite parroquial</i>	155
Anexo 5	<i>Límite provincial</i>	156
Anexo 6	<i>Tipos de clima</i>	157
Anexo 7	<i>Cobertura vegetal</i>	158
Anexo 8	<i>Mapa de pendientes</i>	159
Anexo 9	<i>Sistema Nacional De Áreas Protegidas Del Ecuador (Snap)</i>	160
Anexo 10	<i>Tipo de ecosistema</i>	161
Anexo 11	<i>Geomorfológico</i>	162
Anexo 12	<i>Red vial zona urbana</i>	163
Anexo 13	<i>Oferta de salud</i>	164
Anexo 14	<i>Establecimientos educativos</i>	165
Anexo 15	<i>Encuesta Microcuenca Río San Pedro</i>	166
Anexo 16	<i>Muestreo de encuestas</i>	169
Anexo 17	<i>Toma de muestra de suelo</i>	169
Anexo 18	<i>Análisis de muestra de suelo</i>	170
Anexo 19	<i>Toma de muestra de agua</i>	171
Anexo 20	<i>Análisis de muestra in-situ de aguas</i>	171
Anexo 21	<i>Análisis de muestra de aguas en laboratorio</i>	172
Anexo 22	<i>Contaminación de la zona alta, media y baja</i>	173
Anexo 23	<i>Matriz de leopold de la microcuenca del Río San Pedro</i>	176

RESUMEN

En la presente investigación se propone un manejo integral para la microcuenca hidrográfica del Río San Pedro, Cantón Mejía, a través de la evaluación de los recursos hídricos que son un bien para los pobladores que forman parte de los alrededores de la microcuenca. Este estudio conlleva grandes desafíos para toda la comunidad y sus autoridades; por consiguiente, un consenso que implica el Sumak Kawsay donde resalta la preservación y uso sustentable de los recursos naturales de la zona de estudio y la armonía de la población.

Se han realizado estudios con metodología de análisis por sondeo.- mediante encuestas realizadas a las poblaciones más cercanas como son El Chaupi, Aloasi y Machachi y análisis de laboratorio; que permitió concluir la calidad de suelo de arena gruesa que favorece a la agricultura y una baja calidad de agua ya que sobrepasan los límites máximos permisibles de DBO₅, DQO y fosfatos aguas arriba de la microcuenca, de acuerdo a la normativa ambiental vigente concluyendo que las principales fuentes de contaminación son por temas agrícolas, residenciales, industriales y comerciales presentes aguas arriba de la microcuenca.

Palabras clave: microcuenca, agua, suelo, recursos, hídrico, comunidad, contaminación, análisis.

ABSTRACT

The present research proposes an integrated management for the micro watershed of the San Pedro River, Canton Mejia, through the evaluation of water resources that are an asset for the people who are part of the surroundings of the micro watershed. This study entails great challenges for the whole community and its authorities; therefore a consensus that implies the Sumak Kawsay where the preservation and sustainable use of the natural resources of the study area and the harmony of the population stand out.

Studies have been carried out with in-situ analysis methodology by survey - by means of surveys carried out in the closest populations to the micro-watershed. by means of surveys carried out in the closest populations such as El Chaupi, Aloasi and Machachi and laboratory analysis; which allowed concluding the soil quality of coarse sand that favors agriculture and a low water quality since they exceed the maximum permissible limits of BOD5, COD and phosphates upstream of the micro-watershed, according to the current environmental regulations concluding that the main ones are agricultural, residential, industrial and commercial, present throughout the upstream of the micro-watershed.

Key words: micro-watershed, water, soil, resources, water, community, contamination, analysis.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En el Ecuador desde 1982 se ha elaborado Planes de manejo con el fin de realizar un Ordenamiento de los Recursos Hídricos, y durante los siguientes años se han realizado estudios para la planificación a nivel de cuencas hidrográficas, por lo que estos planes han sido trabajados por sectores cuya finalidad es la planificación y gestión de los recursos hídricos. (Pemula, 2017)

Por lo general en la planificación de cuencas hidrográficas se realiza una evaluación de los recursos hídricos debido a que los servicios que brinda son ignorados por las sociedades que habitan la zona, causando así una mala gestión de los recursos llevándolos a una sobreexplotación o un indiscriminado uso del territorio con infraestructuras que alteren el orden natural del lugar, además de la contaminación. Por lo que para mantener saludables los servicios ecosistémicos es necesario desarrollar estrategias para la implementación de una gestión adecuada de los recursos.

Hay que tomar en cuenta que el país ha desarrollado actividades productivas que han hecho que se dé un desgaste más acelerado de los recursos, teniendo afectaciones ambientales sobre el agua, suelo, aire, flora y fauna, causando impactos sociales, culturales, económicos y políticos sobre las poblaciones asentadas en el área de influencia directa o indirectamente por las actividades productivas. (Ambiente, 2015)

El Río San Pedro es un importante afluente que nace en los Illinizas, se ha evidenciado según (Kingue, 2021) que las posibles fuentes de contaminación del Río San Pedro pertenecen a la agricultura, industrias al sector comercial y residencial. Kingue adventure school, ve como este Río contaminado podría ser algo realmente beneficioso para las comunidades de los alrededores. La falta de conocimiento sobre métodos de gestión, apoyo por las autoridades en proyectos para mejoras o control de la contaminación son algunos de los problemas al momento de buscar mitigar la contaminación del Río San Pedro. Según el Fondo para la protección del Agua (FONAG) ni el Distrito Metropolitano de Quito ni el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía (GAD) se benefician de las aguas del Río San Pedro, es por eso que debido a la importancia del Río San Pedro se debe tener un plan de manejo integral que permita mantener al mismo en óptimas condiciones además de proponer mejoras que se pueden aplicar para aprovecharlo de mejor manera. (FONAG y GW, 2018)

“Necesitamos de los recursos naturales y de los servicios ambientales que nos brinda el entorno. Para conservarlos, requerimos articular los trabajos de distintas modalidades de gestión del espacio geográfico, para impulsar la estrategia de manejo integral. Cada vez más se degradan los suelos, la flora, fauna y los recursos hídricos, entre otros, y no podemos perder tiempo”. (Gutiérrez, 2013)

1.2. Justificación

En la última década la cantidad y la calidad de recursos hídricos se han disminuido significativamente, y se prevé al deterioro de las condiciones de las aguas superficiales a mediano y largo plazo. “Inexistente tratamiento de aguas servidas, las cuales producen un importante impacto en la salud de los ríos, principalmente en el río San Pedro, el proceso de urbanización se está extendiendo aguas arriba, en el cantón Mejía, lo que podría incrementar el impacto sobre el cauce del río San Pedro causando problemas similares a los que en la actualidad sufre el río Machángara, y con el tiempo pueden tornar inmanejable el volumen del caudal que confluya al río Guayllabamba” (Tucci, 2009). “El río San Pedro se ha convertido en un receptor de residuos y efluentes domésticos”. (Pilalumbo, 2020)

“El interés por racionalizar el uso y el manejo de los recursos naturales” (Braz et al., 2020) ha ido aumentando en las últimas décadas “la alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas” (Uvillus, 2020) ya que los cuerpos de agua están sometidos a fuertes modificaciones como resultado de los cambios en el uso y cobertura de la tierra.

El propósito del manejo de cuencas es promover el uso y la gestión apropiada de los recursos naturales, buscando un equilibrio entre crecimiento económico, equidad, sostenibilidad integral y el mejoramiento de la calidad de vida de la población. El reto es producir conservando y conservar produciendo, a diferentes escalas y con horizontes de planificación e implementación de acciones a corto, mediano y largo plazo. (Otárola y Negri, 2019)

Es importante tomar decisiones tener estrategias y acciones de manera ordenada que influyan en los procedimientos que hacen uso de los recursos de tal manera que se aseguren su sostenibilidad y disponibilidad para las futuras generaciones.

Una Propuesta de Manejo Integral con planes y proyectos para la Microcuenca del Río San Pedro ayudaran a promover el desarrollo y manejo coordinado del agua, la tierra y otros recursos en la cuenca hidrográfica, mostrando que los diferentes usos del agua estén relacionados con una misma visión promoviendo la participación activa de cada uno de los usuarios del agua en la microcuenca asegurando la protección del Río San Pedro además de brindando salud y bienestar a las comunidades aledañas al Río.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Elaborar un Plan de Manejo Integral de la microcuenca del Río San Pedro para la preservación y uso sustentable de los recursos naturales de la zona de estudio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Recopilar, verificar y corroborar la información existente de la microcuenca del Río San Pedro para conocer históricamente el uso del territorio que permita el estudio de los componentes ambientales, económicos, sociales y culturales.
- Establecer el estado ambiental actual de la microcuenca del Río San Pedro a través de la línea base.
- Definir alternativas de manejo integral de la microcuenca del Río San Pedro para el establecimiento de servicios ecosistémicos para la comunidad.

1.4. Hipótesis

Los proyectos desarrollados hasta el momento son inadecuados y no se ha enfatizado la importancia necesaria, lo que genera problemas de escasez de agua y falta de manejo adecuado en áreas de alta oferta de microcuencas. Los ecosistemas están siendo alterados por las actividades inconscientes de las masas, impulsadas por políticas que no corresponden a su realidad. Por lo tanto, es necesario formular un plan de manejo integrado como solución al problema.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Cuenca Hidrográfica

Las cuencas hidrográficas son espacios territoriales delimitados naturalmente por las partes más altas de las montañas y colinas, de esta manera determina las zonas donde se concentra el agua hacia arroyos, lagos, lagunas, ríos, etc. que por escorrentía del agua superficial desembocan en un punto común llamado salida de la cuenca. (Ávalos et al., 2013)

Una cuenca hidrográfica es drenada de manera natural, “el uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por las cuencas hidrográficas, y con miras al futuro se perfilan como las unidades de división funcionales con más coherencia permitiendo una verdadera integración social y territorial por medio del agua”. (E.S.P, 2022)

Para alcanzar el desarrollo sustentable debe existir el equilibrio entre la parte social, económica y ambiental, dando a conocer los cambios que se generan en las poblaciones, sus intereses sociales y costumbres facilitando a cada uno de los individuos el aprovechamiento de los recursos naturales y mejorando la calidad de vida establecido en nuestra constitución a través del Sumak Kawsay. Los componentes que se interrelacionan para el funcionamiento integral de la cuenca siempre deben mantenerse en equilibrio, ya que al alterarse uno de ellos el sistema se puede encontrar en peligro o producir amenazas que causen impactos que afecten las condiciones naturales y actividades productivas.

De tal manera, una cuenca hidrográfica es considerada como un área importante de planificación territorial, identidad cultural y gestión para el manejo adecuado, en donde la

disponibilidad de los recursos bióticos y abióticos va a depender de las actividades desarrolladas por el ser humano y el grado de alteración (Cordero, 2013)

2.2. Componentes de una cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se divide en distintas zonas funcionales, identificando los diferentes tipos de cuencas:

- Cuenca: Sistema integrado por varias subcuencas o microcuencas. (Ordoñez Gálvez y SENAMHI, 2011)
- Subcuencas: Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente. (Ordoñez y SENAMHI, 2011)
- Microcuencas: Es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una subcuenca. (Ordoñez y SENAMHI, 2011)

Figura 1

Clasificación jerárquica de cuencas



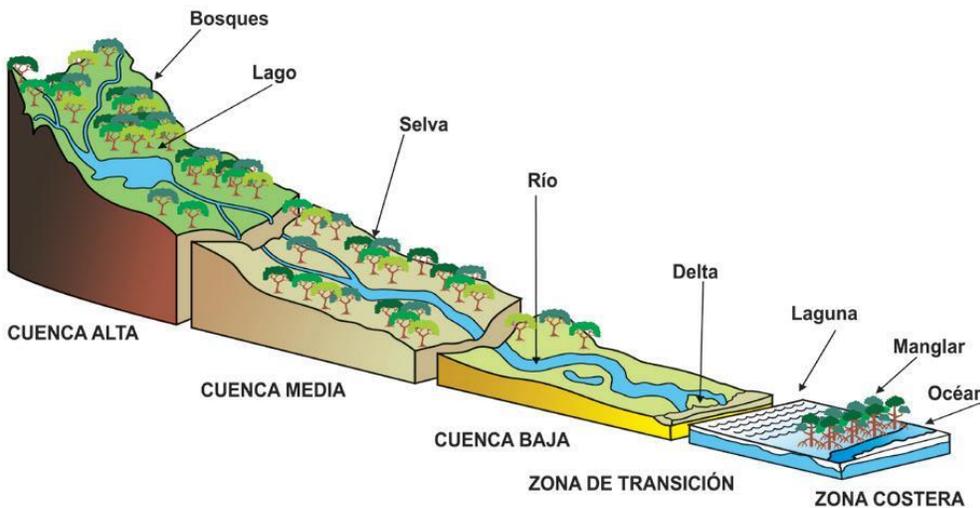
Nota. Clasificación jerárquica de cuencas. Tomado de: (Brito, 2023)

En este mismo contexto una cuenca está conformada por las siguientes partes:

- Quebradas: Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. (MENDOZA, 2019)
- Cuenca alta: Corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros, limitadas en su parte superior por las divisorias de agua. (MENDOZA, 2019)
- Cuenca media: Se juntan las aguas recogidas en las partes altas y en donde el río principal mantiene un cauce definido. (MENDOZA, 2019)
- Cuenca baja o zonas transicionales: Donde el río desemboca a ríos mayores o zonas bajas como estuarios y humedales. (MENDOZA, 2019)

Figura 2

Partes de una cuenca hidrográfica



Nota. Partes de una cuenca hidrográfica. Tomado de: (Millàn, 2020)

“Las cuencas hidrográficas son de vital importancia para el medio ambiente, como para el ser humano” (Ortiz, 2018) actuando como reservorios de agua para todos los seres vivos; de igual manera son aprovechadas por las diferentes actividades económicas para el desarrollo de los sistemas naturales.

2.3. Delimitación

Para delimitar una cuenca hidrográfica se procede a determinar el punto de desfogue o drenaje de la cuenca e ir dibujando el perímetro de acuerdo a la línea divisoria de aguas. (Flores, 2019). La línea divisoria de aguas separa una cuenca hidrográfica de las cuencas vecinas, que se trazan en un plano con curvas de nivel también llamadas relieve y/o la red hidrográfica, donde las líneas de máximas alturas que bordean la cuenca definen la “cuenca hidrográfica”. “La primera se define a la que tiene una salida única para su escorrentía superficial y, la segunda a la unidad fisiográfica que contiene un gran acuífero o varios conectados o interrelacionados, cuyas aguas fluyen a un desagüe común y está limitado por una división de aguas subterráneas”. (GAD-Pujili, 2015)

De forma general, una cuenca hidrográfica es un espacio físico delimitado por la propia naturaleza y principalmente por los límites que imponen las zonas de escurrimiento de las aguas superficiales convergiendo hacia un mismo punto de salida. (Ortiz, 2018)

2.3.1. Características morfológicas

Las características geomorfológicas de una cuenca hidrográfica se basan en los principales parámetros o propiedades específicas de cada cuenca, permiten establecer

lineamientos para evaluar el funcionamiento del sistema hidrológico al identificar los distintos relieves y comportamiento en la superficie terrestre. (Bravo, 2019)

Según (ECHEVERRÍA, 2017) “El análisis geomorfológico es el estudio de un conjunto de variables lineales, de superficie, relieve y drenaje, que permiten conocer las características físicas de una cuenca”, también ayuda para conocer la funcionalidad hidrográfica y determinar las estrategias para la gestión y manejo adecuado de una cuenca.

Área: Es la proyección horizontal de toda superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigida a un mismo cauce, delimitada por las líneas divisorias de aguas en la zona de estudio. La unidad de medida es m^2 o km^2 dependiendo del estudio que se esté realizando. (Rivas y Moreno, 2019)

Perímetro: Es conocida como la longitud del contorno del área de la cuenca, este parámetro se mide en unidades de longitud m o km. (Rivas y Moreno, 2019)

Longitud: Definida por la longitud del cauce principal, equivalente a la distancia que recorre la escorrentía desde la cuenca alta donde nace el río hasta la cuenca baja conocida como punto final o desembocadura. (Rivas y Moreno, 2019).

Ancho: Determinado mediante la relación del área y longitud. (Rivas y Moreno, 2019)

Desnivel altitudinal: Cuantificación que está determinada por la diferencia entre la cota más alta de la cuenca y la más baja. El desnivel se relaciona con la variabilidad climática y ecológica puesto que una cuenca con mayor cantidad de pisos altitudinales puede albergar más ecosistemas al presentar variaciones importantes en su precipitación y temperatura. (Rivas y Moreno, 2019)

2.3.2. Parámetros de forma

Interpretado por las características dimensionales de la cuenca, lo que permite predecir el comportamiento de la red hídrica de la cuenca alta hasta la cuenca baja, debido a que existen cuencas con igual área, pero diferente comportamiento fluvial. (Bravo, 2019)

La forma influye también en el índice de Gravelius que consiste en la relación del perímetro de la cuenca y el área de una circunferencia de área igual a la de la cuenca. Este índice refleja que tan circular es la cuenca y puede ser un indicador de la tendencia a inundaciones. Por lo tanto, la forma de la cuenca tiene un gran impacto en la velocidad de respuesta del río ante un evento de precipitación. (Bravo, 2019)

2.3.3. Parámetros de relieve

El relieve en la cuenca hidrográfica es un factor fundamental influyendo directamente sobre la concentración de las aguas de escorrentía en la red de drenaje y afluentes del cauce principal, deduciendo que a una mayor pendiente corresponde una mayor concentración de las aguas de escorrentía. (Rivas y Moreno, 2019)

Los parámetros más utilizados son:

- Curvas hipsométricas: Indica el porcentaje de área que existe por encima de una cota determinada.
- Histograma de frecuencia: Es el grado de incidencia de las áreas comprendidas entre curvas de nivel con respecto al área total de la cuenca.

La pendiente de la cuenca tiene gran influencia en la respuesta de esta ante un evento de precipitación y es el principal indicador del relieve de una cuenca. Esta determina la velocidad de escurrimiento, una pendiente mayor incrementa la velocidad en los cauces. (Bravo, 2019)

Según lo descrito por (Bravo, 2019) para determinar la pendiente de un cauce se proponen tres métodos:

- Desnivel entre los extremos del cauce: es el método más sencillo, se determina dividiendo la diferencia de nivel entre el inicio y el final del cauce, a su vez este resultado se divide por la longitud de este. (Bravo, 2019)
- Pendiente ponderada: se obtiene al trazar una línea junto al perfil del río que comprende los puntos altos y bajos. (Bravo, 2019)
- Pendiente 15-85: se descarta 15% de los puntos inicial y final del curso de agua. (Bravo, 2019)

2.3.4. Red de drenajes

La red drenaje de una cuenca hace referencia a las corrientes de primer orden y corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimiento que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se unen forman una corriente de orden dos. (Rivas y Moreno, 2019)

Las interacciones entre el flujo y los materiales erosionables permiten establecer el perfil longitudinal a diferentes alturas, mediante la jerarquización de la red fluvial. (Bravo, 2019)

Según (Loayza y van der Berg 2018), El drenaje de las cuencas depende de los siguientes factores:

- Pendiente de las laderas
- Cobertura vegetal
- Resistencia de la litología
- Caudal
- Permeabilidad del suelo
- Actividad estructural
- Intensidad de lluvias

2.3.5. Tipos y uso de suelo

“La cantidad de agua que se infiltra o percola en la cuenca va a relacionarse del tipo de suelo y la calidad de las aguas subterráneas. El uso del agua de la cuenca depende si es una cuenca urbana se encuentra la mayor parte de pavimento y menor cantidad de áreas verdes, donde los procesos de infiltración e intercepción pueden variar”. (Vasconez et al., 2019)

2.3.6. Vegetación

La cobertura vegetal en el contexto de una cuenca hidrográfica influye en la circulación del flujo de agua vertical (evapotranspiración e infiltración) y horizontal (escorrentía). El tipo de especies presentes define el paisaje fluvial en una cuenca, generando patrones característicos de distribución tanto en el cauce principal del río como en los diferentes sectores de una cuenca. (Moura et al., 2017)

2.4. Clasificación

Para clasificación de las cuencas hidrográficas se toma en cuenta los parámetros geomorfológicos. A su vez la clasificación puede variar dependiendo del proyecto o caso de estudio que se requiera.

2.4.1. Por su tamaño

Según lo establecido por (Vasconez et al., 2019), el área superficial de la cuenca se divide en:

- Cuenca muy grande: superficie mayor a 5000 km².
- Cuenca grande: superficies entre 2500 km² a 5000 km².
- Cuenca intermedia grande: superficies entre 500 km² a 2500 km².
- Cuenca intermedia pequeña: superficies entre 250 km² a 500 km².
- Cuenca pequeña: superficies entre 25 km² a 250 km².
- Cuenca muy pequeña: superficies menores a 25 km².

2.4.2. Por el tipo de desembocadura

La desembocadura de una cuenca hidrográfica depende si el río o cuerpo hídrico desemboca en el océano, lago o laguna; según lo descrito por (Vasconez et al., 2019)

- Cuenca endorreica: El punto de salida de las aguas superficiales es hacia un lago o laguna.
- Cuenca exorreica: Su punto de salida es un río principal y posteriormente desemboca en el océano.
- Cuenca arreica: Cuando las aguas superficiales no desembocan en cuerpos de agua, dado que se filtra en el subsuelo o se evapora.

2.4.3. Por su uso

Las cuencas hidrográficas desarrollan varias funciones en el ecosistema, siendo las más importantes: Abastecimiento de agua potable, riego y navegación. (Vasconez et al., 2019)

2.5. Componentes de una cuenca hidrográfica

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2013), presenta los principales componentes y factores que caracterizan a una cuenca hidrográfica.

2.5.1. Físico – Natural

“El territorio es la partida para el análisis e investigación, de esta manera se determina las actividades, dinámicas, estructuras, actores y relaciones que se perciben en un espacio geográfico determinado”. (Umaña, 2012)

El espacio físico identificado como un territorio es real y existente, no como uno invisible, sino como un sistema articulado y fundamental del desarrollo. Es aquí donde se genera la planificación y ordenamiento territorial, además de varias actividades económicas, productivas, sociales, ambientales y culturales. (Umaña, 2012)

En la actualidad se establece la relación sociedad – ambiente, como tal, ha ocasionado impactos negativos como la destrucción de los recursos naturales, llevando a la pérdida de la biodiversidad, destrucción masiva de coberturas vegetales, uso excesivo de químicos, contaminación por actividades antrópicas y extinción de especies, entre otras. Dichos problemas ambientales se han generado por el desgaste de los recursos, falta de conocimiento, y una manera ineficiente del manejo adecuado de una cuenca. (Bravo, 2019)

2.5.2. Socio- Cultural

La gestión sociocultural implica unas visiones holísticas sobre el agua y su relación con las comunidades, colectivas sociales, aportando elementos fundamentales para la formulación y promoción de políticas que promuevan estrategias en cuanto al manejo adecuado de las cuencas hidrográficas.

Los actores sociales son aquellos que además de contar con intereses particulares o individuales de un determinado grupo, gremio, asociación, etc., establecen relaciones de cooperación y responsabilidad compartida, para que de esta manera se puedan convertir en una coalición social que apoye el proceso de unión social y territorial. La sociedad civil representa a estos actores que buscan impulsar estrategias de desarrollo común para toda la población de un territorio, entendida como los grupos formales e informales que representan a las comunidades locales, sus intereses, objetivos comunes en las comunidades donde viven. (Umaña, 2012)

2.5.3. Técnico – Económico

El ordenamiento territorial la planificación de las cuencas hidrográficas puede verse como una herramienta para logara el consenso entre aspectos técnicos, económicos y ambientales, mediante la implementación de normativa ambiental fuerte y clara que exprese los límites de alcance de las instituciones que actúan como veedores del bienestar social y ambiental. (Umaña, 2012)

2.5.4. Político – Institucional

El gobierno local es uno de los principales actores en un proceso de desarrollo ya que es facilitador, coordinador y fiscalizador de las actividades económicas, políticas, sociales y

ambientales dentro de su territorio donde se deben transferir herramientas, conocimientos y recursos necesarios para que realice con éxito los proyectos a desarrollarse. (Umaña, 2012)

Según lo planeado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2013), describe que:

Las instituciones en una gestión de desarrollo sostenible con enfoque territorial desempeñan un papel importante y protagónico, promoviendo planes de desarrollo articulados entre los diferentes niveles local, regional y nacional. De igual forma aportan al fortalecimiento y empoderamiento de la participación ciudadana en la toma de decisiones y promueven la autonomía de los gobiernos locales y las comunidades. (Umaña, 2012) (pp. 46-48).

2.6. Manejo integral de las cuencas hidrográficas

La relación entre el ser humano y el agua, desde el inicio de las actividades productivas como la agricultura, el hombre ha generado maneras de manipular el agua y satisfacer sus necesidades. Por esta razón, conforme se han desarrollado técnicas para controlar y regular los caudales para fines agrícolas y de producción, las cuencas hidrográficas se convirtieron en un importante elemento para el desarrollo, aunque subestimando los costos sociales y ambientales que han generado problemas como la erosión, saturación de los suelos e inundaciones en las tierras bajas. (FAO, 2014)

El manejo de las cuencas hace énfasis en los procesos y acciones necesarios para lograr que los recursos humanos, económicos, logísticos y administrativos sean sostenibles con el tiempo. Se incluyen varios elementos de análisis como es el diagnóstico, ordenamiento territorial,

levantamiento de la línea base, elaboración e implementación de un plan de gestión, sistemas de monitoreo evolucionando hacia una nueva gestión integrada de cuencas hidrográficas.

La gestión para el manejo de un sistema natural debe brindar protección, recuperación, conservación, preservación y cuidado del ecosistema, para lo cual es necesario identificar los problemas y proponer medidas de control que contrarresten los efectos y consecuencias de la inapropiada planificación y gestión de los recursos hídricos.

2.6.1. Importancia de la gestión de cuencas hidrográficas

Los principales elementos del capital natural como la tierra y el agua son el nexo de los recursos naturales de la cuenca, el uso y aprovechamiento de los recursos mejora la calidad de vida y seguridad alimentaria de la población. (FAO, 2014)

Las principales acciones que se deben analizar para un manejo y gestión adecuados son los siguientes:

- Enfocarse en el aprovechamiento de los recursos naturales es decir usarlos, transformarlos y consumirlos. (Bravo, 2019)
- Manejarlos de forma sustentable, es decir conservarlos, recuperarlos y protegerlos. (Bravo, 2019)

“El desarrollo sostenible en cuencas hidrográficas tiende a mantener el equilibrio entre la preservación de los recursos naturales con actividades productivas”. (FAO, 2014) De esta manera, cumplen con funciones ecológicas, ambientales y socioeconómicas relacionadas con características físicas y químicas del agua, lo que permite el suministro del líquido vital a la flora

y fauna que constituyen el ecosistema, dando sustento a la población y promueven un desarrollo social y cultural.

El agua en el interior de la cuenca funciona como distribuidor de insumos primarios (nutrientes, materia orgánica, sedimentos, etc.) generados por la actividad sistémica de los recursos. Esto causa el modelamiento del relieve y favorece en la formación y distribución de los suelos en las laderas, por tal motivo se favorece la distribución vegetal y el uso de la tierra. (Ortiz, 2018)

2.6.2. Problemas en una cuenca hidrográfica

Los principales problemas que se presentan en una cuenca hidrográfica son:

- **Directos:** Conflictos de demanda, cuando en la cuenca alta se concentra la mayor cantidad de agua y es aprovechada de manera desmedida (Vasconez et al., 2019).
- **Indirectos:** Conflictos en el uso de la tierra, produciendo un desequilibrio en el ciclo hídrico. (Bravo, 2009)

Algunas actividades tienen un mayor impacto en el equilibrio de la cuenca; en otras palabras, se está alterando la sustentabilidad mediante la extracción de recursos, urbanización, descargas industriales, generación de desechos, consumo descontrolado del agua, etc. Al mismo tiempo y genera pérdida de hábitats, presencia de contaminantes, reducción del caudal, aumento de sedimentos y patógenos.

2.6.3. Gestión de cuencas

Es un proceso de administración tanto político como administrativo, con capacidad de mantener los recursos para generaciones futuras, satisfaciendo las necesidades sociales y culturales de los individuos. Por lo tanto, implica tomar decisiones a nivel individual y colectivo.

Los lineamientos fundamentales para la gestión de cuencas hidrográficas son:

- **Concientización y educación:** Fomentar la conciencia ambiental en todos niveles, beneficiando a los ecosistemas.
- **Políticas y legislación:** Establecer políticas para una gestión adecuada de los recursos.
- **Participación comunitaria:** Contribuir de manera significativa desde el planeamiento hasta la operación, ejecución y puesta en marcha de proyectos del recurso hídrico.

La gestión de las cuencas genera un impacto positivo, debido que permiten enfocar los recursos naturales para un uso sustentable de las actividades que mejoren la calidad de vida del ser humano. (Bravo A. , 2019)

2.6.4. Recursos hídricos en el Ecuador

La conservación y el manejo adecuado y sustentable del agua son particularmente importante en el país, pues las desigualdades en el país tienen una relación directa con el acceso al agua. (Bravo, 2009)

Una forma de generar ingresos monetarios a los pobladores es mediante las compensaciones ambientales que cubren los predios donde específicamente poseen cobertura vegetal permanente. Un buen ejemplo de mecanismo de gobernanza constituye la creación de un marco legal que respalde el principio **quien contamina paga**, generando iniciativas a nivel local

como la micro medición en comunidades y sectores de riego para que se haga un pago de tarifas por el consumo del agua. (FAO, 2014)

En Ecuador se debe desarrollar una empresariedad local a nivel de organizaciones, juntas de agua brindando educación ambiental en las diferentes etapas de escolaridad para entender las realidades, costumbres, liderazgos y tradiciones del o los sitios donde se va a trabajar con el fin de identificar las iniciativas, prácticas y actividades que serán más compatibles, mejorando la eficiencia del recurso hídrico. (FAO, 2014)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

A continuación, en la tabla 1 se indican los siguientes equipos, insumos y software utilizados para la elaboración de la propuesta para el manejo integral de la microcuenca.

Tabla 1.

Materiales para llevar a cabo la experimentación

Equipos e Insumos		Software
GPS	Agua destilada	Excel (cálculo)
Estacas de madera	Cronometro	ArcGIS 10.5 (Mapas)
Botellas de plástico	Termómetro	
Cooler	PH-metro	
Bolsas plásticas	Oxímetro	
Pala	Turbidímetro Computador portátil	

Nota. Aquí se presentan los materiales utilizados para llevar a cabo el proyecto de tesis. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

3.2. Metodología

3.2.1. Recopilación de información

Previo a la recolección de la información, se identificaron los principales actores de la microcuenca de estudio, es decir, las instituciones públicas y privadas involucradas en el manejo de los recursos naturales en la microcuenca del Río San Pedro, mediante la delimitación del área de estudio utilizando el software ArcGIS,

Este proceso sistematizado de información se lo realizó a través de descargas de cartografía desde el portal del Instituto Geográfico Militar (IGM) y a través de una carta con asunto de auspicio de trabajo de titulación de institución externa dirigidas a la máxima autoridad de la institución (Alcalde de Mejía) - solicitando información del territorio administrativo político bajo su cargo, como es el plan de ordenamiento territorial de la cabecera cantonal del cantón de Mejía y la información cartográfica que disponga actualmente – sustentadas con la firma de la directora de carrera ver ANEXO 1.

Al recolectar toda la información, se elaboró un proceso de clasificación y análisis para desarrollar un diagnóstico de los recursos disponibles en la microcuenca del Río San Pedro.

3.2.2. Delimitación de la microcuenca en ArcGIS

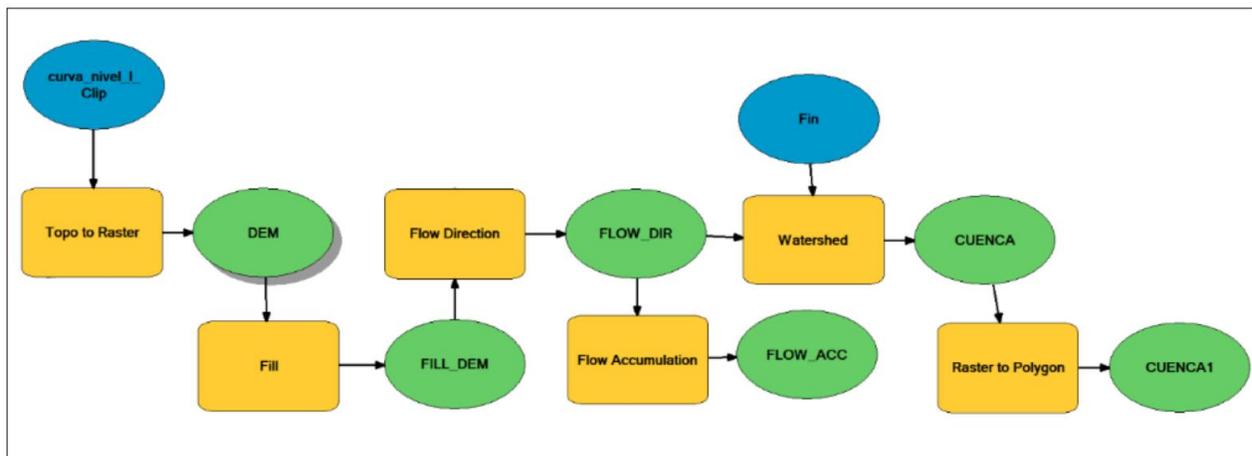
Para la delimitación del área de estudio en ArcGIS, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Cargar las curvas de nivel en formato SHP.
2. Utilizar la herramienta Topo to Raster, la cual se encuentra en el panel ArcToolbox, para obtener un modelo digital del terreno.
3. Al archivo Raster resultante lo ingresamos en la herramienta Fill, el cual hará un relleno de datos en las zonas faltantes del Modelo Digital del Terreno.
4. Del proceso anterior, el archivo resultante denominado FILL_DEM, lo ingresamos en la herramienta Flow Direction, el cual nos construye un modelo en donde se visualiza la dirección de los cauces.
5. Para identificar los cauces principales utilizamos Flow Accumulation, herramienta que nos muestra los ríos principales en la zona de estudio.

6. Cargamos la capa del punto de desfogue en formato SHP, previamente tomada en campo.
7. Con la herramienta Watershed, cargamos el punto final de desfogue y el archivo resultante del paso 4.
8. Una vez culminado el proceso anterior obtenemos la delimitación de la microcuenca en formato Ráster, mismo que transformamos a polígono con la ayuda de la herramienta Raster to Polygon.

Figura 3

Modelo Builder para la delimitación de la Microcuenca en ArcGIS



Nota. La figura muestra los pasos a seguir dentro del programa ArcGIS para la delimitación de la Microcuenca.

Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Caracterización Morfométrica de la Microcuenca

3.2.2.1. Parámetros de forma

Con la ayuda del software ArcGIS, ingresar el archivo en formato shapefile obtenido en el proceso anterior y agregar una nueva columna en la tabla de atributos, que se utiliza para calcular

el área, el perímetro y la longitud a través de la herramienta "calculate geometry". Y para el cálculo del coeficiente de gravelius y el índice de Horton, utilice la opción "field calculate" e ingrese las fórmulas correspondientes. (Bravo, 2019)

Como menciona (Romero et al., 2015), los siguientes puntos son parámetros de forma a calcular para la cuenca:

Área (A).

Corresponde a la superficie delimitada por la cuenca del área de estudio; este parámetro suele expresarse en km².

Perímetro (P)

Es la longitud del nivel del agua a través de la cuenca. Este parámetro se mide en unidades de longitud, generalmente expresadas en m o km.

Longitud de la cuenca (L)

Su definición es la distancia horizontal desde la fuente de la cuenca (punto de salida) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río principal aguas arriba se cruza con el contorno de la cuenca. (Rojo, n.d.)

Ancho de la cuenca (B)

Su definición es la relación entre la superficie y la longitud de la cuenca

Las siguientes formulas se utilizan para el cálculo de la compacidad de gravelius y el índice de Horton:

Coefficiente de Gravelius (Kc)

Propuesto por Gravelius, compara la forma de una cuenca con un círculo, el mismo que está inscrito y posee el área de la cuenca en estudio, como se aprecia en la siguiente ecuación:

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Ecuación 1. Ecuación de Gravelius

Dónde:

Kc = Coeficiente de compacidad

P= Perímetro de la cuenca

A = Área de la cuenca

Para interpretar el valor del factor de compacidad, se basa en el valor y tipo de forma (Bravo A. , 2019), como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2.

Valores de compacidad para el índice de Gravelius

Clases de valores de compacidad	
Rangos de Kc	Clases de compacidad
1	Redonda
1.25	Ovalada Redonda
1.25-1.50	De ovalada redonda a ovalada alargada
1.50-1.75	De ovalada oblonga a muy alargada

Nota. Esta tabla sirve para interpretar los datos que se obtienen al calcular con la fórmula. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

Cuando el índice de compacidad (kc) es cercano a 1, su forma es circular, por lo que su dinámica fluvial corresponde a una gran cantidad de agua de escorrentía en menor tiempo, y a su vez, es posible la inundación por la distancia a la cuenca. El riesgo aumenta con respecto a un centro.

Factor de Forma de Horton (Kf)

Esta es la razón entre la superficie y el cuadrado de la longitud de la cuenca, este coeficiente Kf es adimensional, se aplica la siguiente fórmula:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

Ecuación 2. *Factor de Forma de Horton (Kf)*

Dónde:

Kf = es el factor de forma de Horton,

A = Área de la cuenca

L= Longitud de la cuenca.

Básicamente, los factores geológicos determinan la fisiografía de la región y la forma de las cuencas hidrográficas. La tabla 3 muestra la interpretación del valor calculado (Bravo A. , 2019).

Tabla 3

Clases de valores de Forma

Rangos de Kf	Clases de forma
1-18	Muy poco achatada
18-36	Ligeramente achatada
36-54	Moderadamente achatada

Nota. Esta tabla es de utilidad para interpretar los datos que se obtienen al calcular el factor de forma. Tomado de:

(CVC y POMCA, 2017)

3.2.2.2. Parámetros de relieve

A partir de la cartografía base y los archivos de formas de contorno, se crea un modelo digital del terreno, luego se utiliza la función de Spatial Analyst para obtener un mapa de pendiente, luego Surface Analyst y finalmente la Slope. (Bravo, 2019)

Según (Cortés y Simba, 2020), indican como calcular los parámetros de relieve, utilizando las siguientes fórmulas:

Pendiente media del cauce

A partir del shapefile resultante del canal principal, realizado en el primer nivel de jerarquización, ArcGIS utiliza la función de estadísticas zonales y crea una tabla con valores mínimos, medios y máximos de elevación.

Igualmente, este parámetro, que permite determinar el régimen hidrológico, viene determinado por la relación entre las irregularidades presentes entre los extremos del cauce y la proyección horizontal de su longitud, se aplica la siguiente fórmula:

$$J = \frac{H_{\max} - H_{\min}}{L} * 100\%$$

Ecuación 3. *Pendiente media del cauce*

Dónde:

J= pendiente media del cauce

Hmax= cota máxima

Hmin=cota mínima

L= longitud del cauce

Pendiente media de la cuenca

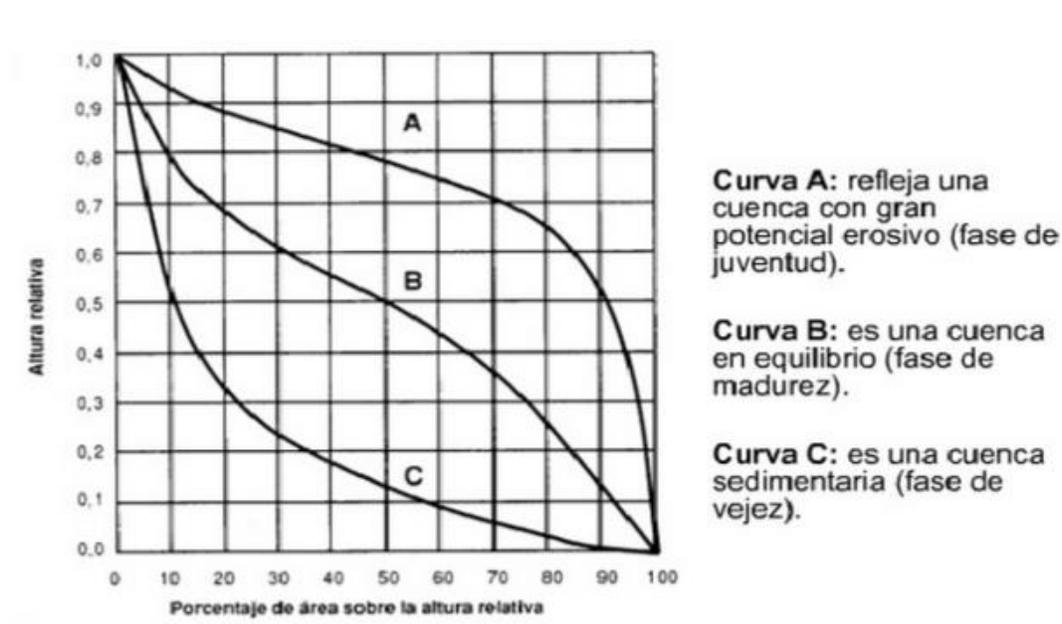
Procediendo al cálculo de los parámetros morfológicos de la microcuenca, se determina la pendiente promedio a partir del Modelo Digital de Elevación o MDE y se obtiene una tabla de valores de pendiente utilizando Spatial Analyst Tools >> Surface Analyst y Estadística Zonal. Los cuales son el máximo, mínimo y promedio.

Curva hipsométrica

Esta opción permite caracterizar el relieve obtenido a partir de los niveles de elevación registrados en el Modelo Digital de Elevación (DEM), luego se exporta el archivo en formato xls (elevación) y se genera una curva hipsométrica mediante el software Excel. (Bravo, 2019)

Figura 4

Curva Hipsométrica



Nota. Esta figura representa los tipos de curvas que puede tomar la cuenca. Tomado de AUGMDOMUS. Tomado de: (Gaspari et al., 2013) (p.154).

Para la interpretación de la figura 4, la superficie está relacionada con el porcentaje de la altura, lo que permite determinar el tipo de topografía de la piscina, es decir. h la concavidad ascendente (A) indica la presencia de extensos valles y picos escarpados y refleja una cuenca con alto potencial de erosión, mientras que la curva media (B) indica una cuenca en equilibrio, y finalmente la curva inferior o (C) típica de una cuenca sedimentaria. (Bravo, 2019)

Altura media

La altura media es la suma de todos los volúmenes entre la curva hipsométrica y sus ejes, y luego dividiendo por el área total de la cuenca utilizando la siguiente ecuación:

$$H = \frac{V}{A}$$

Ecuación 4. *Altura media*

Dónde:

H: altura media de la cuenca;

V: volumen comprendido entre la curva y los ejes;

A: Área de la cuenca.

3.2.2.3. Parámetros red hídrica

Para calcular los parámetros de la red hídrica, se utiliza el software ArcGIS junto con la herramienta "Hydrology", que puede generar modelos de dirección de flujo, acumulación y secuencia de la red de agua en el área de estudio para comprender la relación entre la escorrentía superficial y la forma de la cuenca.

(Zhicay, 2020) Indica la siguiente metodología para la obtención de los parámetros de la red hídrica de la cuenca:

Perfil longitudinal

Lo que se realiza es generar una sección longitudinal del río principal en la cuenca, use la herramienta " Interpolo lineal" para obtener la sección, es decir, líneas que representan diferentes alturas desde el nacimiento hasta la desembocadura, generalmente la sección del río es cóncava, en otros casos puede ser plano debido al comportamiento geológico y secciones escarpadas.

Jerarquización de la red fluvial

Para comprender el comportamiento y desarrollo de los sistemas de drenaje en las cuencas hidrográficas, se identifican las características de los ríos con valores relativos de primer orden, segundo orden y continuos. Los sistemas más utilizados en la jerarquía son Horton (1945) y Strahler (1952), utilizando el software ArcGIS. (Bravo, 2019)

3.2.3. Análisis Ambiental: Factores Abióticos

En general, el proceso de análisis de cada factor se explica utilizando el software ArcGIS 10.5 y Excel.

3.2.3.1. Precipitación

Con la información hidrológica en formato shapefile de mapeo del SNI, se seleccionaron las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio y de acuerdo a los datos del INHAMI 2020-2021, se elaboró un mapa de Isoyetas utilizando los programas ArcGIS y Excel.

3.2.3.2. Caudal

El caudal del río San Pedro se determinó a partir de los datos meteorológicos proporcionados por INAMHI con la estación climatológica Izobamba aunque se encuentra fuera del río San Pedro, se la utiliza porque es la estación más cercana con datos diarios disponibles.

3.2.3.3. Temperatura

Gracias a la información contenida en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de los diferentes sectores, se promedian los datos del conjunto mencionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Esto también se ha verificado

mediante el desarrollo de isotermas utilizando un criterio de correlación entre temperatura y altitud.

3.2.3.4. Zonas climáticas

Se utilizó información de Shapefile obtenida del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI, 2022) para determinar las zonas climáticas presentes en la Microcuenca San Pedro. Finalmente, se utilizaron los criterios establecidos por (Pourrut, 1983) para interpretar los rangos de temperatura.

3.2.3.5. Tipos de suelos

Los tipos de suelo se determinaron utilizando el mapeo Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la provincia de Pichincha dentro de los cantones Mejía, Rumiñahui y Quito; el mapeo SIG Tierras (SIGTIERRAS, 2017) desarrollado por el Ministerio de Agricultura en Información de Geosuelos, mapeando así los tipos de suelo de la microcuenca del río San Pedro.

3.2.3.6. Pendiente de suelo

Usando el software ArcGIS después de haber interpolado las curvas de nivel con el atributo de la altura se utilizó la herramienta Ráster Surface → Slope de acuerdo a la Guía para la descripción de perfiles de suelo (FAO, 2014). Se basa en información del Levantamiento Cartográfico Temático del Cantón Machachi a escala 1:25.000 para su correcto análisis.

Para su evaluar se consideró una variable diferida para su idoneidad de uso, la cual es un determinante que influye directamente en diversas prácticas agrotécnicas y de labranza mecánica en la agricultura a lo largo de la Microcuenca del Río San Pedro en área de estudio.

En la tabla 4 se encuentran los rangos de la pendiente de suelo

Tabla 4.

Rangos de pendientes de suelo

Pendiente	Rango	Descripción
Plana	0-2 %	Plano
Muy suave	2-5%	Relieves casi planos
Suave	5-12%	Relieves ligeramente ondulados
Media	12-25%	Relieves medianamente ondulados
Media a fuerte	25-40%	Relieves medianamente a fuertemente disectados
Fuerte	40-70%	Relieves fuertemente disectados
Muy fuerte	70-100%	Relieves muy fuertemente disectados
Escarpada	100-150%	Relieves escarpados, con pendiente de 45 grados
Muy escarpada	150-200%	Relieves muy escarpados
Abrupta	> 200%	Zonas reconocidas como mayores a 200% en el mapa de pendientes

Nota. Esta tabla sirve para verificar que tipo de suelo que posee esta cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

3.2.3.7. Capacidad de uso de la tierra

Se utilizaron metadatos geopedológicos del Ecuador a escala 1:25.000 en formato shapefile correspondientes al año 2016-2017 y con base en información del Informe Técnico de Verificación de Información Cartográfica para determinar el uso potencial del suelo realizado por el MAGAP.

Esta metodología usada es consistente con la Evaluación de Tierras Rurales (MAGAP, 2017) y el sistema US USDLA-LCC desarrollado por Klingebuild y Montgomery (1961), que se dividen en clases y subclases de aptitud agrícola y forestal, agrupadas en 4 categorías de uso, que se detallan progresivamente por riesgos y daños al suelo, como se observa en la tabla 5.

Tabla 5.

Categorías de uso de suelo

Categoría Clase Simbología	Categoría Clase Simbología	Categoría Clase Simbología
	C1	I
Cultivos (C)	C2	II
	C3	III
	C4	VI
	P	V
Pastos	Bprd	VI
Bosque	Bprt	VII
	UNA	VIII
Uso no agropecuario forestal		

Nota. Esta tabla sirve como base para ver en que categoría de uso de suelo se ubica esta cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

3.2.3.8. Uso potencial del suelo

Para determinar el uso potencial del suelo se utiliza el mapeo SIGTIERRAS 2018 para el shapefile de uso y se genera el mapa correspondiente mediante el software ArcGIS. Se detalla la clasificación de uso y los símbolos correspondientes utilizados en el Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Provincia de Pichincha en los Cantones Mejía, Machachi y Quito.

3.2.4. Conflictos Ambientales

3.2.4.1. Conflictos de uso del suelo

Se utilizó el software ArcGIS para elaborar el mapa de conflicto de uso de suelo y con la información de cobertura de uso de suelo obtenida del Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de la Provincia de Pichincha en los Cantones Mejía, Machachi y Quito, se combinaron con los resultados del potencial de uso de suelo y el análisis multitemporal en

relación al 2018, obtenido a partir de la interpretación de imágenes satelitales e información temática existente.

3.2.4.2. Inundaciones

Para esto se usó la cartografía en formato shapefile del Sistema de Información Nacional y se generó el mapa con el software ArcGIS, el cual identifica la presencia de zonas de llanuras aluviales en la microcuenca ya que su ubicación corresponde a la zona baja de la subcuenca.

3.2.5. Análisis Ambiental: Factores Bióticos

3.2.5.1. Flora

Para conocer el tipo de vegetación en la microcuenca San Pedro se utilizó el Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) actualizado del Cantón Mejía (2020) y el conocimiento de los ancestros de pobladores de los cantones cercanos a esta cuenca, quienes reconocieron a la especie por su nombre muy extendida en el bosque, y posteriormente se estudió la taxonomía de cada una de ellas en base al orden, familia y nombre científico; y se ordenaba según criterios de uso medicinal, ornamental y alimentario. (Bravo, 2019)

3.2.5.2. Fauna

Para esto se recopiló de información del Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) cantón Mejía (2020), de diferentes sectores, así como la clasificación según los pisos zoológicos geográficos establecidos en cada informe. Además, se basó en informes de mamíferos.

3.2.6. Análisis Socioeconómico

3.2.6.1. Demografía

La densidad de población, la tasa de crecimiento, y el porcentaje por sexo en la cuenca del Río San Pedro se derivaron de la información estadística obtenida en el censo del cantón Mejía, censo de viviendas realizado por el (Ministerio de Defensa Nacional et al., 2013). Además, se pusieron a disposición los resultados obtenidos de acuerdo a la proyección poblacional de un consejo asesor designado de acuerdo al Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020) actualizado.

3.2.6.2. Salud

Este indicador, de los establecimientos de salud se tomaron en cuenta del Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Mejía (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020), por ser el más cercano a la cuenca.

3.2.6.3. Infraestructura y acceso a servicios básicos

La disponibilidad de servicios básicos como agua potable, alcantarillado, electricidad y eliminación de desechos sólidos se determinó con base en la información proporcionada por el Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del cantón Mejía (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020).

3.2.6.4. Red vial en zonas rurales

Se ha identificado una red vial que conecta el acceso de la cuenca por el cantón Mejía y describe los tipos de caminos que existen desde la entrada hasta la llegada a los barrios

occidentales (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020). Por otro lado, se obtuvo un shapefile lineal "Vías" a escala 1:50.000, que permitió representar la red vial, según una fuente previa del IGM ver ANEXO 12.

3.2.7. Análisis Cultural

Con base en la información proporcionada por la Secretaría de Cultura y Patrimonio, se ha realizado un adecuado análisis de los factores culturales tangibles e intangibles, fiestas, tradiciones y creencias de cada cantón que está cercano a la cuenca del río San Pedro.

3.2.8. Evaluación de Impactos Ambientales

Para evaluar los impactos en la cuenca San Pedro se utilizó una matriz de doble entrada o matriz de Leopold, en la cual los factores que influyen se ordenan en filas y los factores que causan los impactos se ordenan en columnas, en cada columna se separan 2 celdas, una con magnitud (M) y con una intensidad (I) que va de 1 a 10, precedida de un signo positivo o negativo relativo al efecto de cada influencia, y finalmente, sumando las filas, se especificará la influencia que cada factor tendrá sobre el entorno generado. (Bravo, 2019)

Además, en este análisis de impacto se seleccionaron 6 factores de producción comercialización y 4 factores socioculturales, los cuales se asociaron a 14 factores divididos en factores ambientales, económicos y sociales. A través de esta metodología es posible identificar, con base en un enfoque de sistemas, acciones que pueden afectar una serie de factores presentes en la cuenca.

3.2.9. Zonificación Ecológica Económica

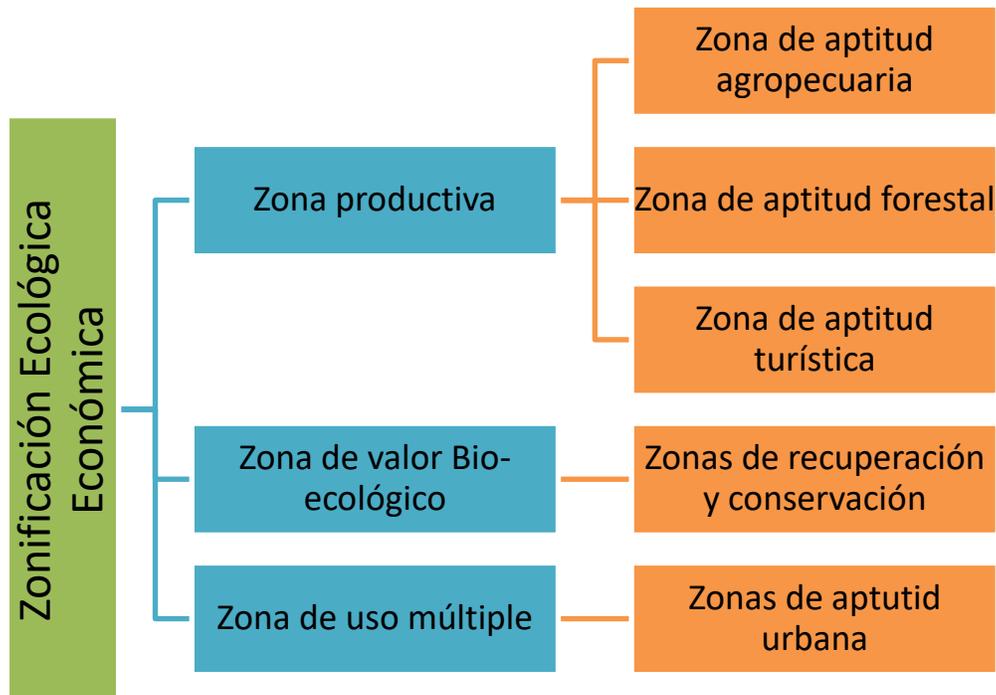
La zonificación es la identificación de áreas de desarrollo homogéneas (FAO, 2008). Por lo tanto, cada zona exhibe una combinación similar de restricciones y oportunidades de uso de la tierra, y sirve como punto de partida para desarrollar recomendaciones para mejorar la situación actual del uso de la tierra, ya sea aumentando la producción o limitando la degradación de la tierra. (Belastegui y Quishpe, 2013)

ZEE enfatiza los factores físicos y hortícolas, incluidos los aspectos socioeconómicos y una amplia gama de usos de la tierra al definir las zonas. En general, los estudios de las ZEE no sólo se ocupan del país, sino también de las personas y sus organizaciones sociales. Estas personas o usuarios reales y potenciales pueden ser individuos, comunidades o gobiernos que tienen derechos tradicionales, presentes o futuros para decidir el futuro del país. (Buenas Tareas, 2012)

Como menciona (Bravo A. , 2019), para lograr los objetivos de la zonificación económica y ecológica (ZEE), se distinguen las siguientes zonas en la figura 5.

Figura 5

Zonificación económica ecológica



Nota. Esta figura representa las zonificaciones económicas ecológicas para la cuenca del Río San Pedro. Tomado de: UPS (Bravo A. , 2019) (p.50).

Para ello se procede con la aplicación del método de evaluación multicriterio y diligenciamiento de la matriz de evaluación de criterios para la respectiva zona con niveles y grados de valor productivo, bioecológico y multifuncional, seguida de nominación; El Submodelo de Capacidad Agrícola genera información técnica de evaluación de suelos para desarrollar proyectos agrícolas que sean autosuficientes y satisfagan las necesidades actuales y futuras de la población, como se observa en la tabla 6.

Tabla 6.*Aptitud agrícola*

Zona productiva	Grado	Valor histórico	Unidad Cartográfica del mapa
Aptitud agrícola	3	Muy Alto	Pendientes menores a 25%, clase de suelo de grado III, uso del suelo Cultivos de Ciclo corto. (CVC y POMCA, 2017)
	2.9		
	2.8		
	2.7		
	2.6		
	2.5	Alto	Pendientes menores a 25%, clase de suelo de grado IV, uso del suelo Cultivos de Ciclo corto. (CVC y POMCA, 2017)
	2.4		
	2.3		
	2.2		
	2.1		
	2	Medio	Pendiente de 25 al 40%, clase de suelo de grado V, uso del suelo Mosaicos. (CVC y POMCA, 2017)
	1.9		
	1.8		
	1.7		
	1.6		
	1.5	Bajo	Pendientes mayores a 40% al 100%, clase de suelo de grado VII, VIII y tierras Misceláneas, uso del suelo vegetación arbustiva.(CVC y POMCA, 2017)
	1.4		
	1.3		
	1.2		
1.1			
1			

Nota. Esta tabla sirve para determinar la aptitud agrícola de esta cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

La aptitud forestal se determina utilizando la metodología propuesta por (Bravo, 2019), teniendo en cuenta criterios inherentes al suelo, espesor, granulometría, drenaje interno, pendiente, fragmentación y geomorfología. La metodología consiste en ponderar las variables, asignándoles valores numéricos de acuerdo al grado de afectación en el desarrollo de la planta, luego se realiza una valoración cualitativa para cada tipo de suelo según el rango establecido en la Tabla 7.

Tabla 7.*Aptitud Forestal*

Zona productiva	Grado	Valor histórico	Unidad Cartográfica del mapa
Aptitud forestal	3	Muy Alto	Contiene fragmentos rocosos de 3 hasta 15% pendientes mayores a 25% al 40%, medio profundos, drenaje bueno. Génesis laderas. (Bravo, 2019)
	2.9		
	2.8		
	2.7		
	2.6		
	2.5		
	2.4	Alto	Contiene fragmentos rocosos de 3 hasta 15% pendientes mayores a 25% al 40%, medio profundos, drenaje medio y Génesis laderas. (Bravo, 2019)
	2.3		
	2.2		
	2.1		
	2	Medio	Contiene fragmentos rocosos de 3 hasta 15% pendientes menores a 25% al 40%, medio profundos, drenaje bueno y Génesis fluvial. (Bravo, 2019)
	1.9		
	1.8		
	1.7		
	1.6		
	1.5		
	1.4	Bajo	Alta cantidad de fragmentos rocosos, pendientes mayores al 100%, drenaje malo. (Bravo, 2019)
	1.3		
1.2			
1.1			
1			

Nota. Esta tabla sirve para determinar la aptitud forestal de la cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

En la aptitud turística, la evaluación se realiza con los centros turísticos presentes en la cuenca, teniendo en cuenta las condiciones de la red vial, restaurantes y servicios básicos. Asimismo, se seleccionó con base en un análisis multicriterio de las entidades cartográficas, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8.*Aptitud Turística*

Zona productiva	Grado	Valor histórico	Unidad Cartográfica del mapa
Aptitud turística	3	Muy Alto	Atractivos turísticos complejo arqueológico, y montañas con atractivos turísticos, red vial en perfectas condiciones, centros poblados con todos los servicios básicos. (Bravo, 2019)
	2.9		
	2.8		
	2.7	Alto	Atractivos turísticos, iglesias, centros artesanales etc. red vial calzada buen estado, centros poblados con todos los servicios básicos. (Bravo, 2019)
	2.6		
	2.5		
	2.4		
	2.3		
	2.2	Medio	Centros culturales, actividades artesanales, estado vial regular, falta de alcantarillado, y agua potable. (Bravo, 2019)
	2.1		
	2		
	1.9		
	1.8		
	1.7	Bajo	No exista acceso vial, no cuenta con servicios básicos, centros poblados muy alejados. (Bravo, 2019)
	1.6		
	1.5		
	1.4		
1.3			
1.2			
1.1			
1			

Nota. Esta tabla sirve para determinar la aptitud turística de esta cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

En el valor bioecológico del área se determinaron las condiciones naturales a partir de información cartográfica, como forma de relieve, textura, grado de erosión, cobertura vegetal, etc. Similar al análisis de criterios múltiples y la ponderación de las clases necesarias para generar un mapa de restauración regional.

Por último, las áreas de uso mixto son áreas urbanas que combinan una variedad de edificios y servicios con una población de más de 10.000 personas. Por lo tanto, las variables

como el centro de la ciudad, la red vial, el valor de producción, el valor bioecológico y la pendiente se utilizan en el análisis de tendencias de la industria urbana de microcuencas.

3.3. Metodología para el índice de calidad de agua

Lo primero que se debe realizar para el análisis de la calidad de agua es el muestreo y recolección para analizar, y llevar a cabo el cálculo.

3.3.1. Puntos de muestra de recolección

Para este procedimiento se determinó 3 puntos de muestreo, cada uno con su coordenada geográfica WGS84Z17 S, para este tipo de análisis efectuado en la cuenca del río San Pedro. Sus fuentes son la parte alta de la cuenca, la parte media de la cuenca y la parte baja; donde a cada uno se le asignó un nombre “MRSP1”, “MRSP2”, “MRSP3” respectivamente.

Tabla 9.

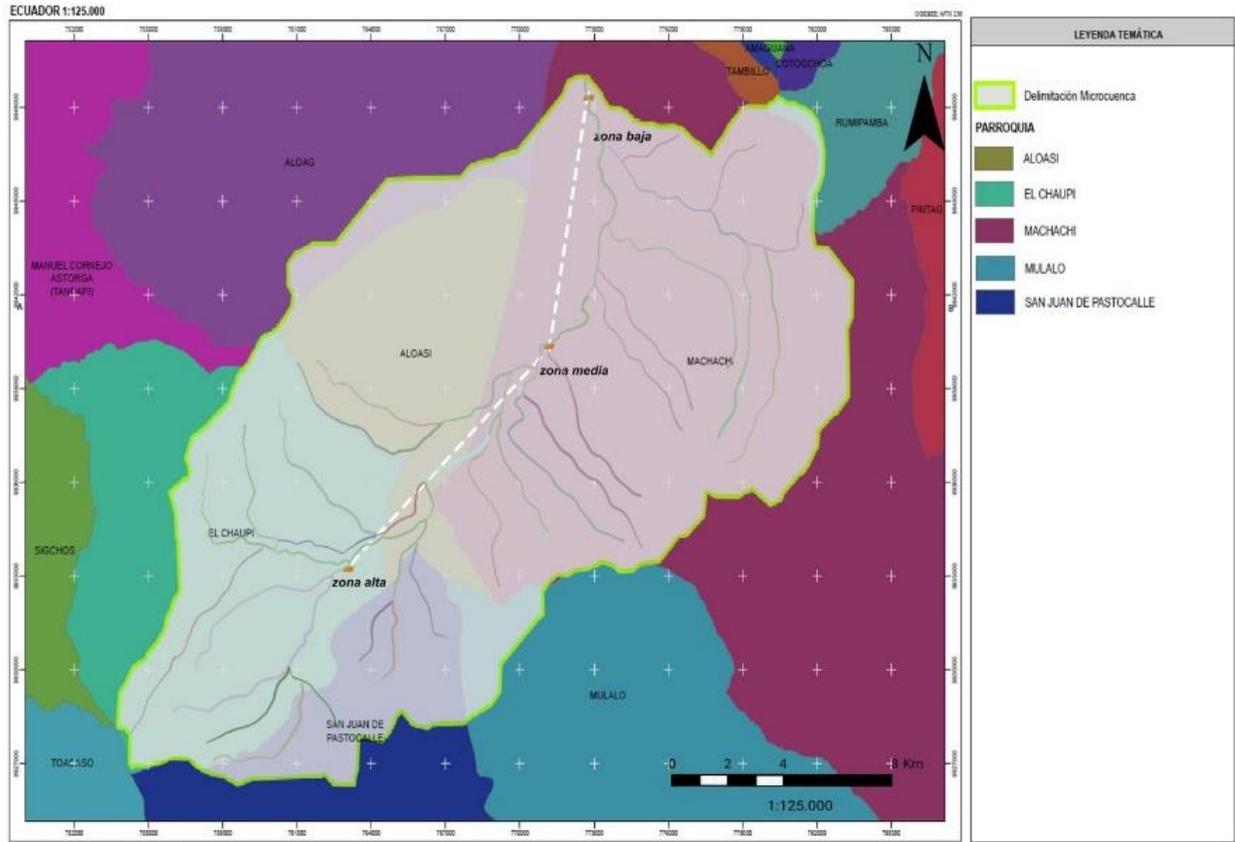
Muestreo de agua - Coordenadas UTM

Zona	COD	Coordenadas UTM
Alta	MRSP1	17S 765486,49 9934693,86
Media	MRSP2	17S 773405,15 9944210,19
Baja	MRSP3	17S 772733,07 9949043,95

Nota. Aquí se presentan los materiales utilizados para llevar a cabo el proyecto de tesis. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Figura 6

Mapa Muestreo de agua - Coordenadas UTM



Nota. Este mapa muestra el Muestreo de agua y sus Coordenadas UTM. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

3.3.2. Análisis de los datos de medición de la calidad del agua

Para estos datos obtenidos como resultado de las mediciones para el análisis de la calidad del agua fueron digitalizados en el programa Excel, se calculó la media aritmética para cada parámetro estudiado, una vez que se midió 8 veces, esto fue necesario llevarlo a una media representativa, un conjunto de datos bajo condiciones dadas. Finalmente, en base a cada muestreo

en diferentes puntos definidos, se obtuvo una tabla de valores que muestra los productos de los parámetros de calidad del agua y sus respectivas unidades.

3.3.3. Elaboración y cálculo para el índice de calidad del agua

Como menciona (Borrero, 2018), para el cálculo de la calidad de agua detalla lo siguiente:

El índice de calidad, que subyace a varios estudios, es propuesto por la Fundación Nacional de Saneamiento de EE. UU. Esto se basa principalmente en el método de agregación de suma aritmética ponderada, que transforma los valores utilizando curvas de función Delphi, donde se tiene la siguiente fórmula:

$$ICA = \sum_{i=1}^n (w_i * SI_i)$$

Ecuación 5. *Índice de calidad*

Dónde:

w_i = es el peso relativo del parámetro

i, n = Número de parámetros utilizados (en este caso 9)

SI_i = es el subíndice de calidad del parámetro i

Para establecer los subíndices de cada parámetro, trabajamos con curvas de función definidas por NSF.

El pH, el oxígeno disuelto y la temperatura se tienen en cuenta como propiedades generales. El valor de pH está relacionado con los valores de toxicidad de varios contaminantes. En cambio, el oxígeno disuelto y la temperatura están directamente relacionados con la dinámica de la vida en un ecosistema. (Borrero García y Husserl, 2016) Los nitratos y fosfatos también se consideran estimaciones de la disponibilidad de nutrientes. Finalmente, tiene en cuenta la DBO, sólidos disueltos y coliformes fecales, ya que estos pueden servir como indicador de contaminación orgánica. Como se indica en la tabla 10 se muestra los pesos relativos del Índice de Calidad NSF. (Borrero García y Husserl, 2016)

Tabla 10.

Parámetros de calidad de agua ICA

Parámetro de calidad	w_i
oxígeno disuelto	0.17
Coliformes fecales	0.16
PH	0.11
DBO5	0.11
Nitratos	0.1
Fosfatos	0.1
Variación de Temperatura	0.1
Turbiedad	0.08
sólidos disueltos	0.07

Nota. Esta tabla sirve para determinar la aptitud turística de esta cuenca. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

Una vez determinado el índice de calidad para el sitio de muestreo, se debe comparar con los rangos de clasificación de la calidad del agua con la tabla 11, donde debe ser:

Tabla 11.

Escala de clasificación para la calidad

Rango	Clasificación
0-25	Muy mala
26-50	Mala
51-70	Media
71-90	Buena
91-100	Excelente

Nota. Esta tabla sirve para clasificar la calidad. Tomado de: (CVC y POMCA, 2017)

(Cortés y Simba, 2020), indican lo siguiente para la interpretación de los datos de la tabla 11, con la siguiente descripción:

- El agua de 0 a 25 se considera de mala calidad y contiene solo un número limitado de organismos acuáticos; inaceptables para actividades que impliquen contacto directo con el agua; y no comestible para los humanos debido al alto nivel de contaminación.
- El agua del 26 al 50 se considera deficiente, no apta para el consumo humano y requiere un tratamiento especial debido a los altos niveles de contaminación del agua; Baja biodiversidad acuática.
- El agua entre 51 y 70 se considera mediocre, está muy contaminada con diversas sustancias, debe limpiarse para el consumo humano, la biodiversidad de los cuerpos de agua es generalmente menor y las algas se desarrollan con mayor frecuencia.
- El agua entre 71 y 90 se considera agua de buena calidad y debe tratarse a la ligera debido a la presencia de algunas impurezas.
- El agua entre 91 y 100 se considera agua de alta calidad que posee una gran diversidad de vida acuática y es segura para cualquier tipo de contacto directo.

Para el estudio de suelo se utilizó la metodología detallada por (Cortés y Simba, 2020), en la cual detallan lo siguiente:

3.4. Evaluación del Suelo

La recogida y conservación de muestras de suelo es, por tanto, un paso previo al análisis y determinación de contaminantes. El análisis del suelo es “probablemente el paso más importante para obtener datos analíticos que puedan considerarse de forma segura como datos cualitativos, especialmente al considerar o decidir el nivel y el tipo de contaminación. (Bravo, 2019)

3.4.1. Toma de Muestras.

Se llevó a cabo en dos fases: la primera consistió en muestrear la superficie del suelo y la segunda de perfil o verticalmente, dependiendo del tipo de muestreo simple en cada punto y el intervalo de muestreo a la vez, respectivamente. Se ha realizado un muestreo superficial de los locales donde se sospecha contaminación; y se utilizó un muestreo vertical para evaluar la migración de los contaminantes que se sospecha que están presentes en el área de estudio. Por lo tanto, “las muestras se tomaron en los nodos de una cuadrícula o retícula con una distribución de puntos de muestreo sistemáticos y con un espacio específico de 3 metros”. (Bravo, 2019)

3.4.2. Profundidad de Muestreo

Para la profundidad de muestreo como referencia es a nivel de 30 centímetros; Sin embargo, este valor depende del tipo de suelo. Además, de las características del sitio donde se realizó el muestreo.

3.4.3. Cantidad de Puntos de Muestreo y Recolección.

En este caso para el número de puntos de muestreo se determina con base en el área del sitio sospechoso contaminado y como indica el MAE (2015b) en el Anexo 2, establece que hay 11 puntos por 1 ha de terreno, tanto superficiales como profundas, con una correcta georreferenciación y una muestra representativa para el análisis.

3.4.4. Homogenización de Muestras.

Para ello, es recomendable tomar submuestras con un peso mínimo de 0,5 kg, las cuales deben ser completamente mezcladas y homogeneizadas según el procedimiento de los cuartos opuestos, a fin de obtener una muestra de suelo representativa, para poder obtener los valores requerido para una muestra mixta de 0,5 a 1 kg para obtener la masa requerida. con lo cual se pueden realizar los análisis correspondientes posteriormente. (Bravo, 2019)

3.4.5. Envasado e Identificación de la Muestra.

“Esta muestra de suelo se envasa en una bolsa plástica Ziploc, la misma considerada por su resistencia al transporte y conservación” (Bravo, 2019); Además, se utiliza una bolsa doble con la identificación correspondiente, que consta del código de la muestra, la fecha de muestreo y la persona responsable del muestreo.

3.4.6. Transporte de la Muestra.

En este caso se utiliza un cooler completamente cerrado para transportar correctamente las muestras recolectadas y evitar la exposición total o parcial al sol, lo que podría provocar una posible contaminación externa durante el transporte al laboratorio. (Bravo, 2019)

3.4.7. Criterios de Calidad de Suelo. (Tipos de suelo)

Los valores obtenidos para cada parámetro de calidad deben compararse y analizarse con los criterios aceptables publicados en el Anexo 2 de la Reforma del Libro VI de TULSMA para justificar la presencia de una contaminación en el suelo, es decir, ya sea que los resultados estén por debajo o por encima de estos límites, pueden reflejar variaciones geológicas naturales en áreas no desarrolladas o la influencia de actividades industriales o urbanas en el área de estudio. (Bravo, 2019), en la tabla 12 se indica los parámetros a evaluar.

Tabla 12.

Criterios para la evaluación del suelo

Parámetros Generales	Unidades	Valor
Conductividad	uS/cm	200
pH		6 a 8

Nota. Esta tabla sirve para comparar los valores que se obtengan de las muestras de suelo. Tomado de: (Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica, 2015) , cuadro resumido Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

3.5. Variables a evaluar en la investigación

- Plan de Manejo Ambiental de la microcuenca del Río San Pedro.
- Propuesta del Plan del Manejo Ambiental de la Microcuenca del Río San Pedro.

3.6. Análisis estadístico

Recolección de datos, tabulación, análisis e implementación, teniendo en cuenta que el manejo de la información es importante para garantizar que la información sea completa y correcta para la línea base. (Mosquera et al., 2018)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Delimitación del área de estudio de la Microcuenca

Para la delimitación de la microcuenca nos hemos enfocado en las poblaciones aledañas a las zonas altas, medias y bajas del río San Pedro siendo El Chaupi, Aloasi y Machachi las poblaciones donde plantearemos nuestro plan de manejo integral.

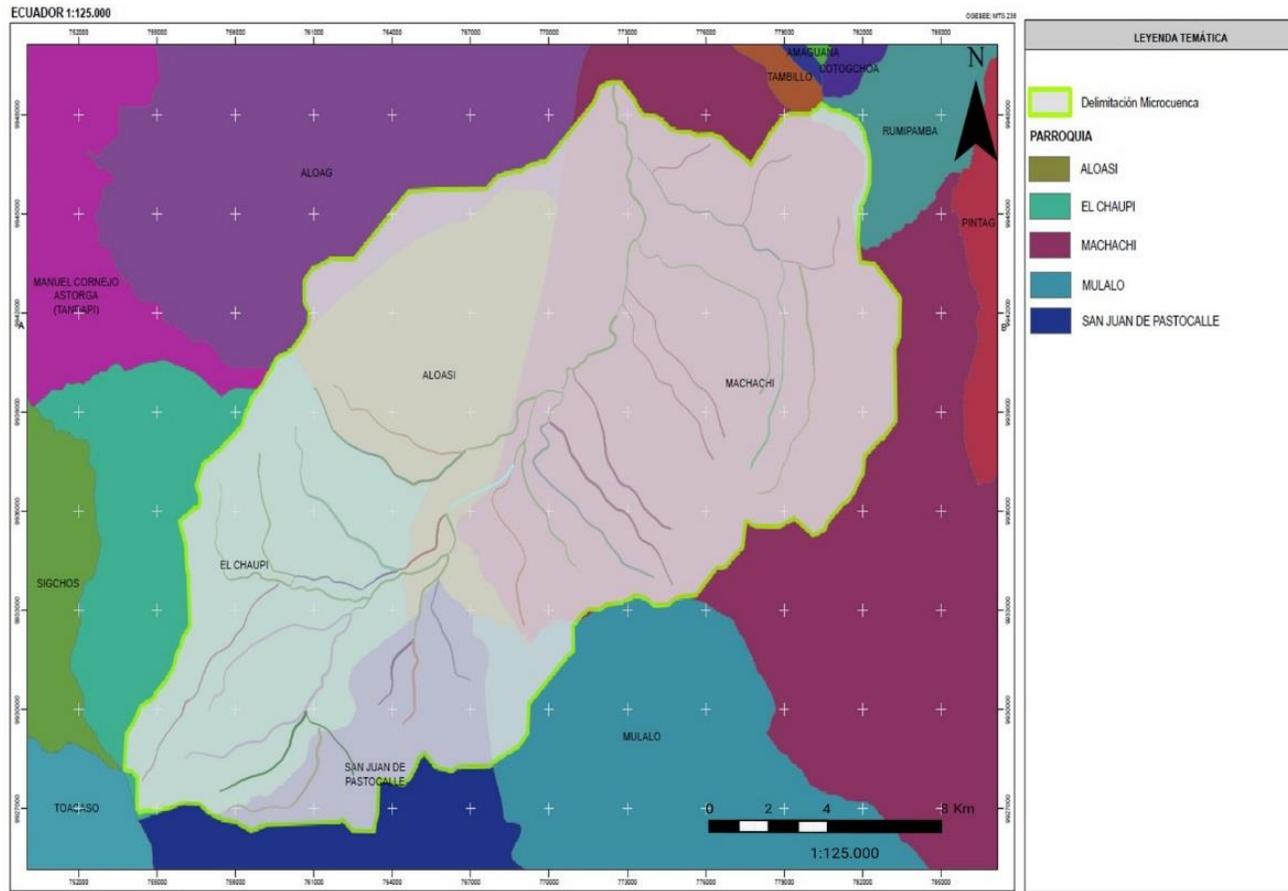
Por esta razón no nos enfocaremos en modelos planteados por el MAATE, otras entidades o estudios ya que nuestro plan de manejo integral se enfoca directamente en la población ya mencionada además que por accesibilidad a las zonas de estudio se toman diferentes puntos de salida de la microcuenca. Para ilustrar lo ya mencionado se ha tomado como herramienta software al ArcGIS.

4.2. Ubicación

Para los análisis se determinó el área de estudio en las parroquias de El Chaupi, Aloasi y Machachi pertenecientes al cantón Mejía, representado en la delimitación gráfica de la microcuenca.

Figura 7

Determinación del área de estudio



Nota. Este mapa muestra la Determinación del área de estudio. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

4.3. Caracterización Morfométrica de La Cuenca

4.3.1. Parámetros Generales

A continuación, en la tabla 13 se presenta los resultados obtenidos de los parámetros generales.

Tabla 13.

Parámetros generales

Parámetro	Valor	Unidad de Medida
Área	394,08	Km ²
Perímetro	93	Km
Longitud del cauce principal	20,32	Km
Longitud de la cuenca	33,89	Km
Cota máxima	5050	m.s.n.m
Cota mínima	2800	m.s.n.m

Nota. Esta tabla muestra los parámetros generales de resultados obtenidos. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

A continuación, se presenta los resultados obtenidos, la cuenca de la que se encuentra en las parroquias de El Chaupi, Aloasi y Machachi, se encuentra a una altura máxima de 4.840 m.s.n.m y altura mínima de 3.400 m.s.n.m, el área de 279,03 Km² y perímetro de 92,20 Km, con la ayuda de estos valores calculados se procedió con el análisis de los demás parámetros morfométricos de la cuenca.

4.3.2. Parámetros de Forma

Al realizar el estudio de la cuenca, se determinó los valores para determinar los parámetros de la forma cuyos valores se encuentran en la tabla 14, por lo que tenemos que para el factor de forma su valor es menor a uno lo que nos dice que la microcuenca tiende a ser larga con

una baja susceptibilidad a las avenidas, mientras que el coeficiente de compacidad al ser entre 1.25 a 1.5 presenta una forma oval – oblonga.

Tabla 14.

Parámetros de forma

Parámetro	Valor
Factor de forma de Horton	0,95
Coeficiente de compacidad de Gravelius	1,31

Nota. Esta tabla muestra los parámetros de forma obtenidos de la microcuenca. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

4.3.3. Parámetros de Relieve

A continuación, se muestran los valores de parámetro de relieve de la cuenca, en la tabla 15.

Tabla 15.

Parámetros de Relieve

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Pendiente media del cauce principal	11.07	%
Pendiente media de la cuenca	9.95	%
Altitud media de la cuenca	3.925	m.s.n.m

Nota. Esta tabla muestra los parámetros obtenidos de relieve de la microcuenca. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Esta cuenca presenta una pendiente media de 37.20%, y se localiza en una zona donde la erosión es mayor y su relieve es fuertemente accidentado por quebradas.

4.3.3.1. Curva Hipsométrica.

Tabla 16.

Datos para la realización de la curva hipsométrica

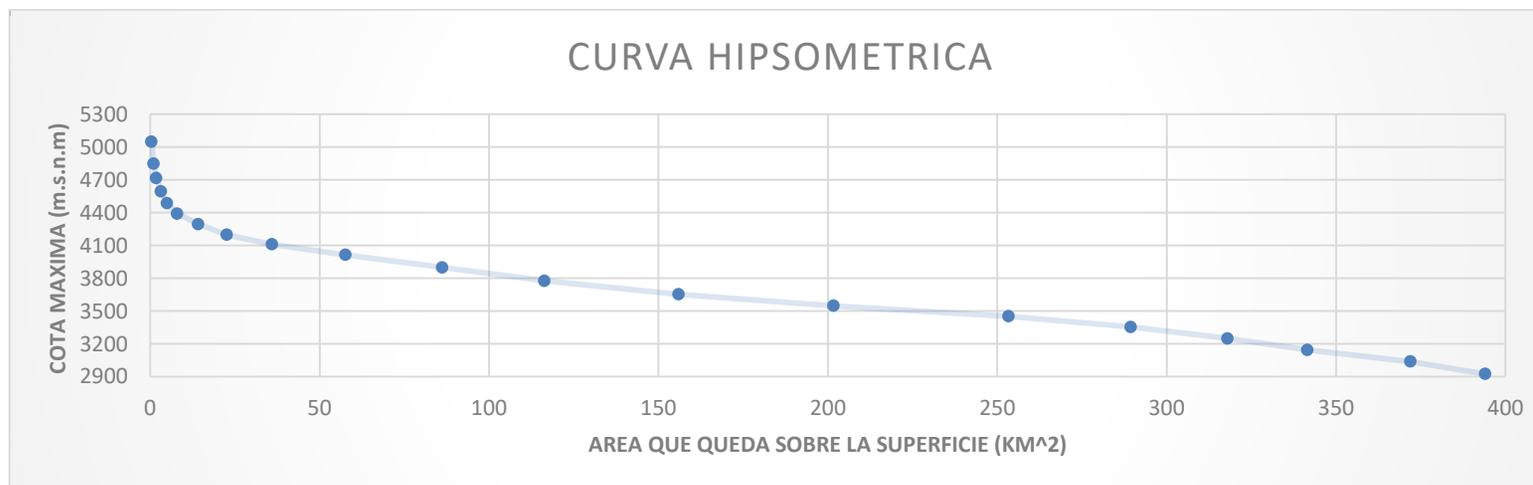
Nº	MIN	MAX	AREA Km ²	AREA Km ²	AREAS ACUM	AREA QUE QUEDA SOBRE LA SUPERFICIE	PORCENTAJE AREA ENTRE CN	PORCENTAJE AREA SOBRE CN
1	2800	2923,05	22081725	22,08	22,08	394,08	5,6	100
2	2923	3037,3	30402225	30,4	52,48	372	7,71	94,4
3	3037	3142,77	23541975	23,54	76,03	341,6	5,97	86,68
4	3143	3248,24	28549125	28,55	104,58	318,05	7,24	80,71
5	3248	3353,71	36092475	36,09	140,67	289,51	9,16	73,46
6	3354	3450,39	51703875	51,7	192,37	253,41	13,12	64,3
7	3450	3547,07	45675450	45,68	238,05	201,71	11,59	51,18
8	3547	3652,54	39626100	39,63	277,67	156,03	10,06	39,59
9	3653	3775,59	30149100	30,15	307,82	116,41	7,65	29,54
10	3776	3898,63	28608300	28,61	336,43	86,26	7,26	21,89
11	3899	4012,89	21643425	21,64	358,07	57,65	5,49	14,63
12	4013	4109,57	13357575	13,36	371,43	36,01	3,39	9,14
13	4110	4197,46	8463375	8,46	379,89	22,65	2,15	5,75
14	4197	4294,14	6151500	6,15	386,05	14,19	1,56	3,6
15	4294	4390,8	3053250	3,05	389,1	8,03	0,77	2,04
16	4391	4487,48	1810575	1,81	390,91	4,98	0,46	1,26
17	4488	4592,94	1341900	1,34	392,25	3,17	0,34	0,8
18	4593	4716	817650	0,82	393,07	1,83	0,21	0,46

N°	MIN	MAX	AREA Km ²	AREA Km ²	AREAS ACUM	AREA QUE QUEDA SOBRE LA SUPERFICIE	PORCENTAJE AREA ENTRE CN	PORCENTAJE AREA SOBRE CN
19	4716	4847,83	640350	0,64	393,71	1,01	0,16	0,26
20	4848	5050	370350	0,37	394,08	0,37	0,09	0,09
				394,1			100	
				394,08			100	

Nota. Esta tabla muestra los datos para la realización de la curva hipsométrica. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Figura 8

Curva Hipsométrica



Nota. Esta figura muestra la curva hipsométrica. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

4.3.4. Parámetros de la Red de Drenaje

La red hídrica que corresponde a la cuenca es de orden tres, y la densidad de drenaje es de 0,32 Km/Km², correspondiente a la influencia de bajo nivel hídrico. Asimismo, los efectos de la forma y la topografía de la cuenca indican que el tiempo de concentración es de aproximadamente 58,24 minutos, que es una cantidad de tiempo moderada para que todos los puntos de la cuenca contribuyan simultáneamente con agua de escorrentía a los puntos de salida, como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17.

Parámetros de la red de drenaje

Parámetro	Valor	Unidad de medida
Jerarquización de la red fluvial	tercer orden	Adimensional
Densidad de drenaje	0,32	Km/Km ²
Tiempo de concentración	58,24	minutos

Nota. Esta tabla muestra los parámetros de la red de drenaje de la microcuenca Elaborado por: *Cachago y Cóndor*, 2023

4.4. Análisis Ambiental

4.4.1. Factores Abióticos

4.4.1.1. Precipitación.

Para la precipitación presente a lo largo de la microcuenca del Río San Pedro, se ha tomado en cuenta los sitios en la que esta se encuentra, siendo así la parroquia de El Chaupi donde se presentan precipitaciones registradas en el año 2015 que rondan los 2.000 milímetros en la parte alta de la microcuenca del Río San Pedro (GAD, 2015), mientras que para la parroquia de Aloasi

se presentan precipitaciones registradas para el año 2020 que van de los 1.100 a 1200 milímetros representando a la parte central de la microcuenca del Río San Pedro (Pilalumbo, 2020). A continuación, en la parte baja de la microcuenca del Río San Pedro tenemos a la parroquia de Machachi donde se ha registrado para el año 2019 precipitaciones que varían desde los 1.000 hasta 3.000 milímetros (GAD, 2019)

4.4.1.2. Temperatura

Las temperaturas registradas para la microcuenca del Río San Pedro tienen una variabilidad, registrando así en la temporada más templada temperaturas que van desde los 9°C como la mínima hasta los 18°C como máxima siendo el mes de abril el más cálido mientras que en la temporada fresca encontramos temperaturas que van desde los 8°C como mínima hasta los 17°C siendo el mes más frío registrado como el mes de Julio, estos datos corresponde al plan de ordenamiento territorial del Cantón Mejía para el año 2020.

4.4.1.3. Zonas Climáticas.

A continuación, se muestra la tabla 18 donde se presenta el tipo de clima existente en la cuenca.

Tabla 18.

Zonas Climáticas

Tipo de clima	Descripción
Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua
Mesotérmico semifrío	Clima subhúmedo con pequeño déficit de agua
Mesotérmico templado frío	Clima subhúmedo sin exceso de agua

Nota. Esta tabla muestra las zonas climáticas de la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

En el ANEXO 6 se puede observar que en mayor proporción corresponde a un clima Mesotérmico templado frío, subhúmedo con pequeño déficit de agua.

4.4.1.4. Uso y tipo de suelos.

Como se observa en la tabla 19 el uso de suelo junto al porcentaje que representa del total de la cuenca ver ANEXO 7

Tabla 19.

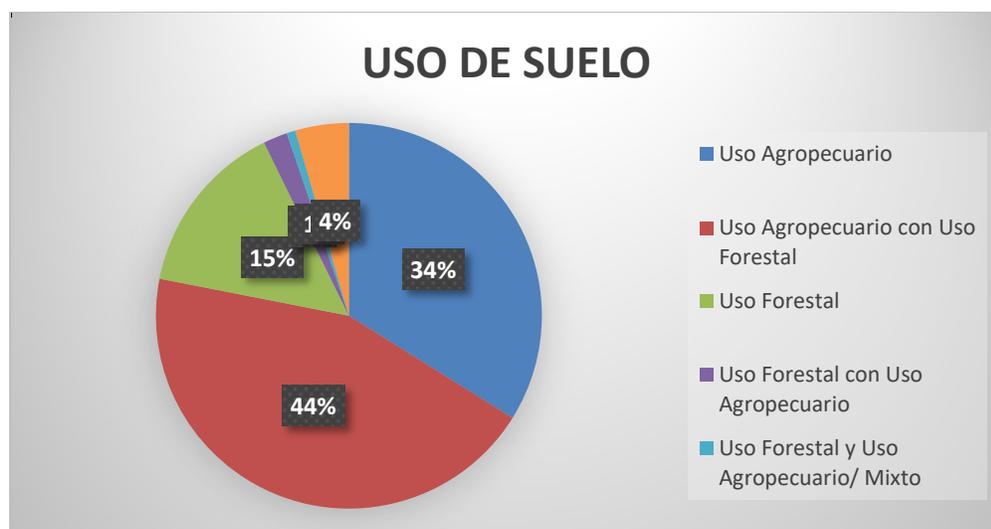
Uso y tipos de Suelos.

Uso de Suelo	Área Km2	%
Uso Agropecuario	133,553712	33,89
Uso Agropecuario con Uso Forestal	174,143952	44,19
Uso Forestal	57,811536	14,67
Uso Forestal con Uso Agropecuario	8,039232	2,04
Uso Forestal y Uso Agropecuario/ Mixto	2,876784	0,73
Otros Usos	17,654784	4,48
Total	394,08	100

Nota. Esta tabla muestra el uso y tipos de suelo de las zonas de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Figura 9

Uso de suelo



Nota. Figura de uso de suelo Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

4.4.1.5. Pendientes de Suelo.

Como se observa en la siguiente tabla 20, se encuentran los rangos obtenidos de pendiente ver

ANEXO 8

Tabla 20

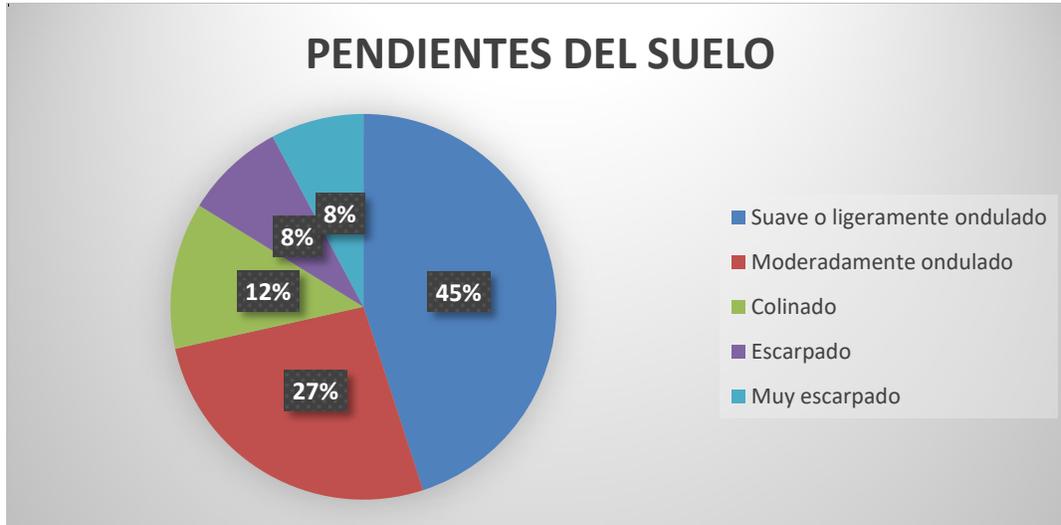
Pendientes del suelo

N°	Rango (%)	Descripción	Área (Km ²)	%
1	0-25	Suave o ligeramente ondulado	177,336	45
2	25-50	Moderadamente ondulado	104,4312	26,5
3	50-70	Colinado	48,47184	12,3
4	70-82	Escarpado	33,10272	8,4
5	> 82	Muy escarpado	30,73824	7,8
Total			394,08	100

Nota. Tabla de pendientes de suelo. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Figura 10

Pendientes de suelo



Nota. Figura de pendientes con porcentajes de suelo. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Se determina que la mayor parte del área de estudio presenta la topografía suave o ligeramente ondulada, con un porcentaje del 45%, junto a una superficie es de 177.33 kilómetros cuadrados.

4.4.1.6. Áreas Protegidas.

En la delimitación podemos observar que dentro del área de estudio se encuentran 4 áreas protegidas y esto se puede corroborar en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador. Así, la Tabla 21, ANEXO 9 proporciona la información de cada una de ellas como es el nombre, las disposiciones legales que rigen la aprobación, el área y su porcentaje.

Tabla 21

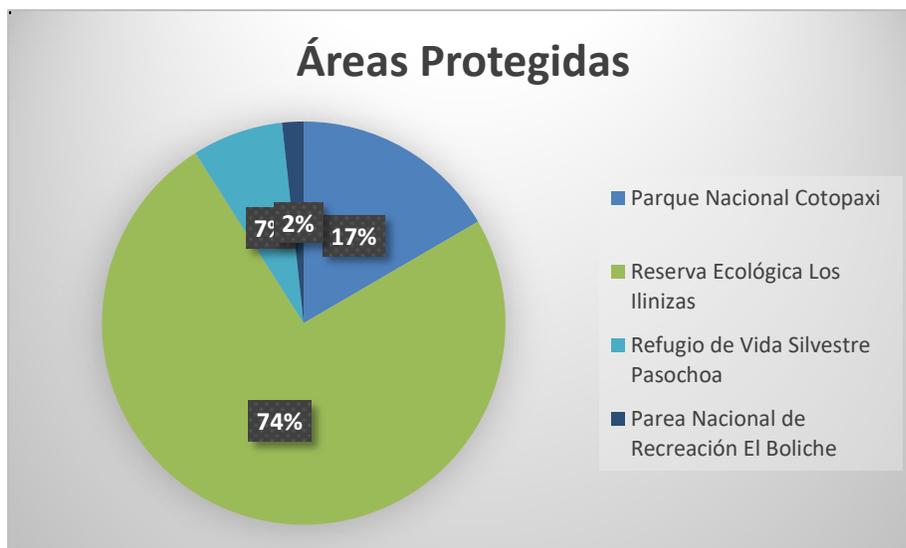
Áreas protegidas

N°	Nombre	Normativa legal	Área (Km ²)	%
1	Parque Nacional Cotopaxi	Acuerdo Interministerial No. 0259-A del 11/08/1975	14,08	16,6
2	Reserva Ecológica Los Ilinizas	Resolución No. 066 del 11/12/1996. Registro Oficial No. 92 del 19/12/1996	63,06	74,4
3	Refugio de Vida Silvestre Pasochoa	Resolución R - 065 del 11/12/1996	6,19	7,3
4	Parque Nacional de Recreación El Boliche	Acuerdo Interministerial No. 0322 del 26/07/1979	1,46	1,72
Total			84,79	100

Nota. Tabla de áreas protegidas dentro de la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Figura 11

Áreas protegidas



Nota. Figura con porcentajes de la zona de estudio de áreas protegidas. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

4.4.2. Factores Bióticos

4.4.2.1. Flora

La vegetación presente en la cuenca tiene una gran biodiversidad siendo una de las más altas en el grado de ser endémicas, esto debido a la presencia de diferentes ecosistemas ver ANEXO 10, pero con el cambio de uso del suelo, problemas medio ambientales, la deforestación, pastoreo no controlado, introducción de especies como plan de reforestación han ocasionado que esta vegetación sufra fuerte presión e incluso teniendo riesgo de desaparecer. Las familias más representativas de la vegetación presente en la cuenca se presentan en la tabla 22.

Tabla 22

Flora, Cantón Mejía

Familia	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ILUSTRACIÓN
Asteraceae	Bellis perennis	Margarita	 <p>(Maciej Serda et al., 2013)</p>
Ericaceae	Vaccinium oxycoccos	Arandano rojo	 <p>(Fermani, n.d.)</p>

Familia	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ILUSTRACIÓN
Apiaceae	<i>Apium graveolens</i>	Apio	 <p>(Ruiz de Angulo, 2013)</p>
Poaceae	<i>Triticum aestivum</i>	Trigo	 <p>(Zhao et al., 2019)</p>

Familia	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ILUSTRACIÓN
Solanaceae	Solanum lycopersicum	Tomate	 <p>(Silva, 2016)</p>

Nota. Tabla de Flora perteneciente al Cantón Mejía Adaptado de: (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020), Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

4.4.2.2. Fauna

Según el Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Cantón Mejía, los animales más representativos son las aves y los mamíferos, pero debido a la reducción del hábitat muchas de estas se encuentran en peligro de extinción, en la siguiente tabla 23.

Tabla 23

Especies y nivel de peligro de extinción

CATEGORÍA	MAMÍFEROS	AVES
EN PELIGRO	Oso de anteojos (<i>Tremarctos ornatus</i>) 	
	(Sánchez-Mercado et al., 2014)	
VULNERABLE	Ciervo enano (<i>Pudu mephistophiles</i>) 	Águila andina (<i>Oroaetus isidori</i>) 
	(Araujo Torres, 2018)	(Dušan M, 2019a)

CATEGORÍA**MAMÍFEROS****AVES**

Tigrillo chico
(*Leopardus tigrinus*)



(Vallejo, 2022)

Gato andino
(*Oncifelis colocolo*)



(Satelier, 2017)

Corcovado dorsioscuro
(*Odontophorus melanonotus*)



(Dušan M, 2019b)

Paloma perdiz corona índigo
(*Geotrygon purpurata*)



(NaturalistEc, 2012)

CATEGORÍA**MAMÍFEROS****AVES**

Puma (Puma
concolor)



(Gómez, 2018)

Nutria común
(Lontra
longicaudis)



(Mosquera et al., 2018)

CATEGORÍA**MAMÍFEROS****AVES**

Pacarana
(*Dinomys
branickii*)



(Seitre, 2013)

Águila
solitaria
(*Harpyhaliae
t
us
solitarius*)



(Guzmán, 2018)

Puercoespín
andino
(*Coendou
quichua*)



(Crespo, 2015)

CATEGORÍA	MAMÍFEROS	AVES
CASI AMENAZADO	Cervicabra (<i>Mazama rufina</i>)	Colibrí piquidentado (<i>Androdon aequatorialis</i>)
		
	(Kay, 2018)	(Andrian, 2018)
	Guanta de monte (<i>Agouti taczanowskii</i>)	Carpintero canelo (<i>Celeus loricatus</i>)
		
	(El Diario Ecuador, 2017)	(López, 2015)
	Perro de monte de sechura (<i>Pseudalopex sechurae</i>)	
		
	(Flanagan, 2019)	

CATEGORÍA	MAMÍFEROS	AVES
PREOCUPACIÓN MENOR	Lobo de páramo, pecarí de collar y pecarí de labio blanco, conejo, los murciélagos insectívoros, murciélagos fruteros, raposa, ratones del género <i>Microrhizomys</i> , ratón bolsero ecuatoriano, especie endémica, frugívora, nocturna, terrestre y solitaria. (Pulupa, 2016)	Zumbador, torcaza, quilico, carbonero, quinde café, lora, gorrión y huairachuro

Nota. Tabla con fauna perteneciente al Cantón Mejía Adaptado de: (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020), Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

4.5. Análisis Socioeconómico

4.5.1. Demografía

La microcuenca comprende a tres parroquias como son El Chaupi, Aloasi y Machachi, teniendo lo siguiente, el Chaupi contiene una población de 1.456 con un porcentaje del 51% de mujeres y el 49% de hombres, en Aloasi con una población 9.686 con un porcentaje del 52% de mujeres y 48% de hombres y en Mejía teniendo una población de 34.283 habitantes con un porcentaje del 50.4% de mujeres y 49.6% de hombres (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

Tabla 24.

Demografía

Cantón	Parroquia	Población	% Hombres	% Mujeres
Mejía	El Chaupi	1456	51	49
Mejía	Aloasi	9686	52	48
Mejía	Machachi	34283	50,4	49,6

Nota. Tabla con demografía de la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

4.5.2. Salud

En la siguiente tabla se presenta los servicios de salud presentes en las tres parroquias donde se encuentra ubicada la microcuenca, teniendo un hospital zonal y tres subcentros de salud ver ANEXO 13.

Tabla 25.

Servicios de salud

Hospital Zonal		
Machachi	1	Atención primaria curativa y de especialidad
Sub Centro de Salud		
Machachi	1	Atención primaria curativa
Aloasí	1	Atención primaria curativa
El Chaupi	1	Atención primaria curativa

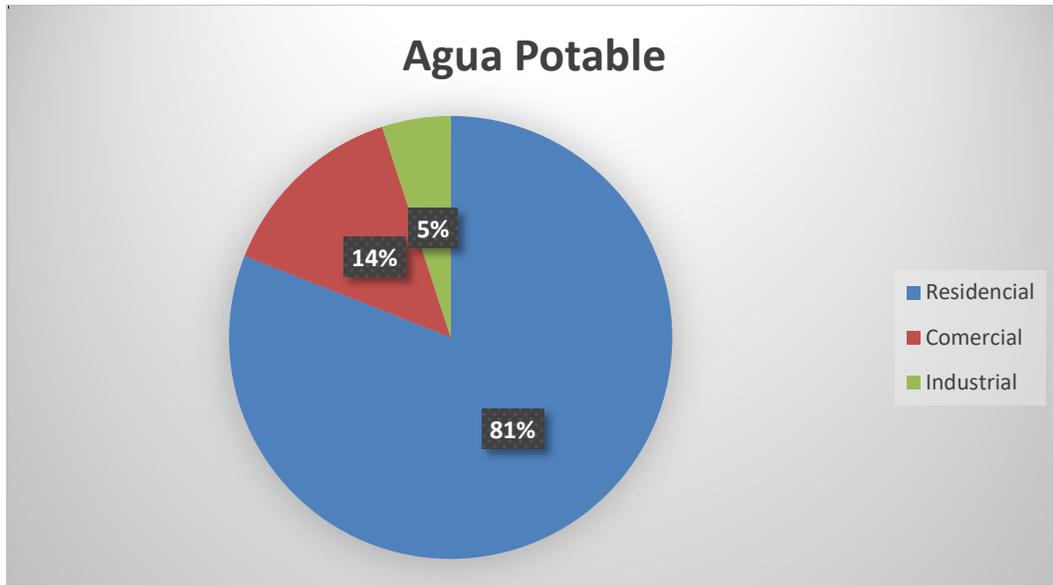
Nota. Servicios de salud. Tomado de:(GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

4.5.3. Agua potable

Según el Plan Maestro de Agua potable realizado para el año 2020 en el cantón Mejía se ha determinado que dentro de la microcuenca el 81% del consumo es correspondiente a la zona residencial, el 14% corresponde al uso comercial, y solamente el 5% del consumo es para la zona industrial, estos datos correspondientes a las tres parroquias donde se encuentra la microcuenca. Se sabe también que la demanda máxima diaria es aproximadamente 151.02 litros por segundo (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

Figura 12

Agua potable



Nota. Figura con porcentajes de agua potable con la que cuenta la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

4.6. Recopilación de datos encuesta

Para determinar la muestra poblacional para realizar las encuestas se utilizaron los datos de la población de la parroquia El Chaupi, Aloasi y Machachi, con datos del plan de ordenamiento territorial del 2019, donde se determinó el número de encuestados por parroquia usando un nivel de confianza del 95% con un margen de error del 10%, así obteniendo la muestra poblacional como se muestra en la tabla 26 y la tabla 27.

Tabla 26*Dato poblacional*

Cantón	Parroquia	Dato poblacional
Mejía	El Chaupi	1456
Mejía	Aloasi	9686
Mejía	Machachi	34283

Nota. Tabla de dato poblacional de la zona de estudio. Tomado de: (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

Tabla 27.*Muestra poblacional*

Cantón	Parroquia	Dato poblacional	% Error	Nivel de confianza	Muestra Poblacional
Mejía	El Chaupi	1456	10	90	91
Mejía	Aloasi	9686	10	90	96
Mejía	Machachi	34283	10	90	97

Nota. Tabla de muestreo poblacional de las zonas de estudio. Tomado de: (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

4.6.1. Tabulaciones de encuesta

Tabla 28*Referencias UTM - Puntos de muestreo*

Parroquia	Punto de referencia (UTM)
El Chaupi	17 S 762501.97 9933391.79
El Chaupi	17 S 762500.25 9933355.59
El Chaupi	17 S 762503.22 9933342.29
Aloasi	17 S 765537.95 9936816.87
Aloasi	17 S 767387.19 9936672.78
Aloasi	17 S 767637.09 9936941.7
Machachi	17 S 770125.67 9942963.57
Machachi	17 S 770916.05 9943375.19
Machachi	17 S 770633.04 9943220.43

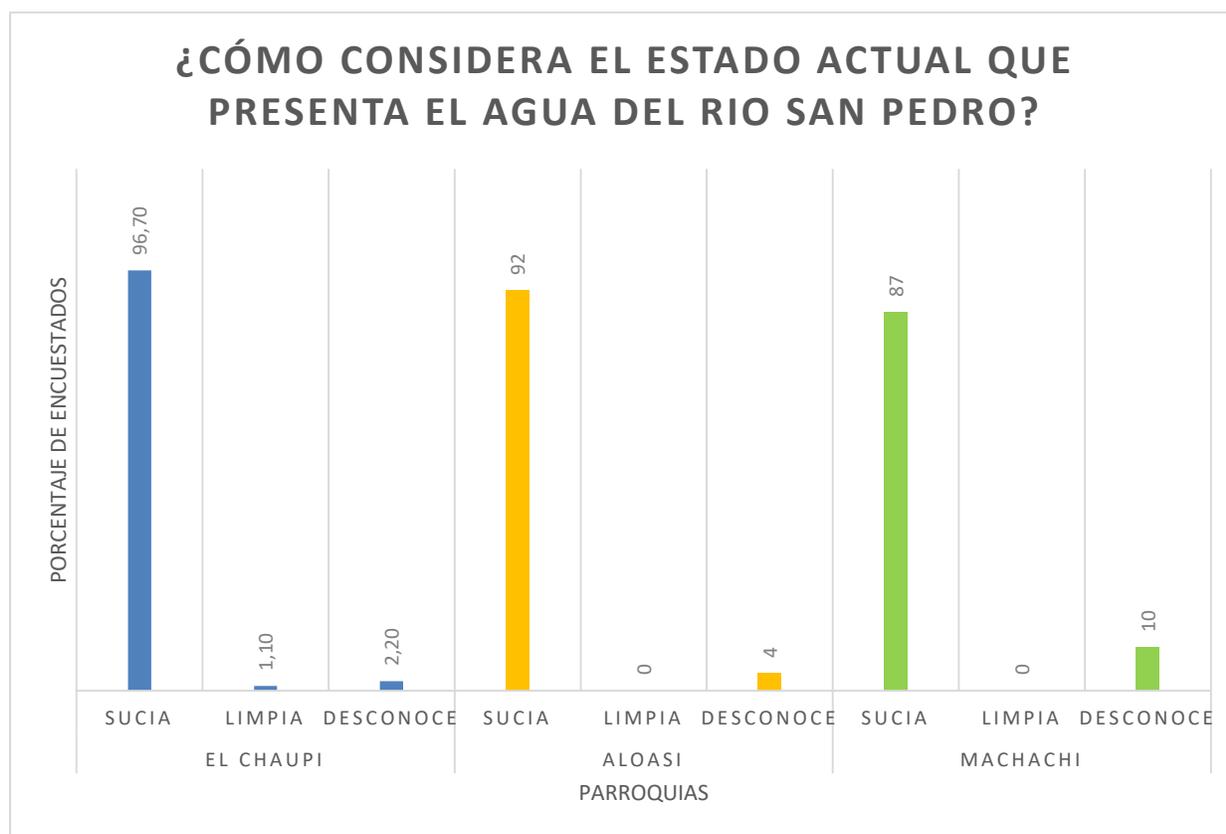
Nota. Tabla con referencias UTM de puntos de muestreo de agua. Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

1. ¿Cómo considera el estado actual que presenta el agua del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 1 en los tres sectores encuestados

Figura 13

Estado actual del agua



Nota. Figura del estado actual del agua. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Análisis

La información obtenida en la Gráfico 6, nos dice que en los tres lugares de muestreo en su gran mayoría consideran el estado actual del agua como sucia siendo un porcentaje que oscila entre el 90 y 96.7% de los encuestados, mientras que entre un 2.2 y un 10.3% desconocen el

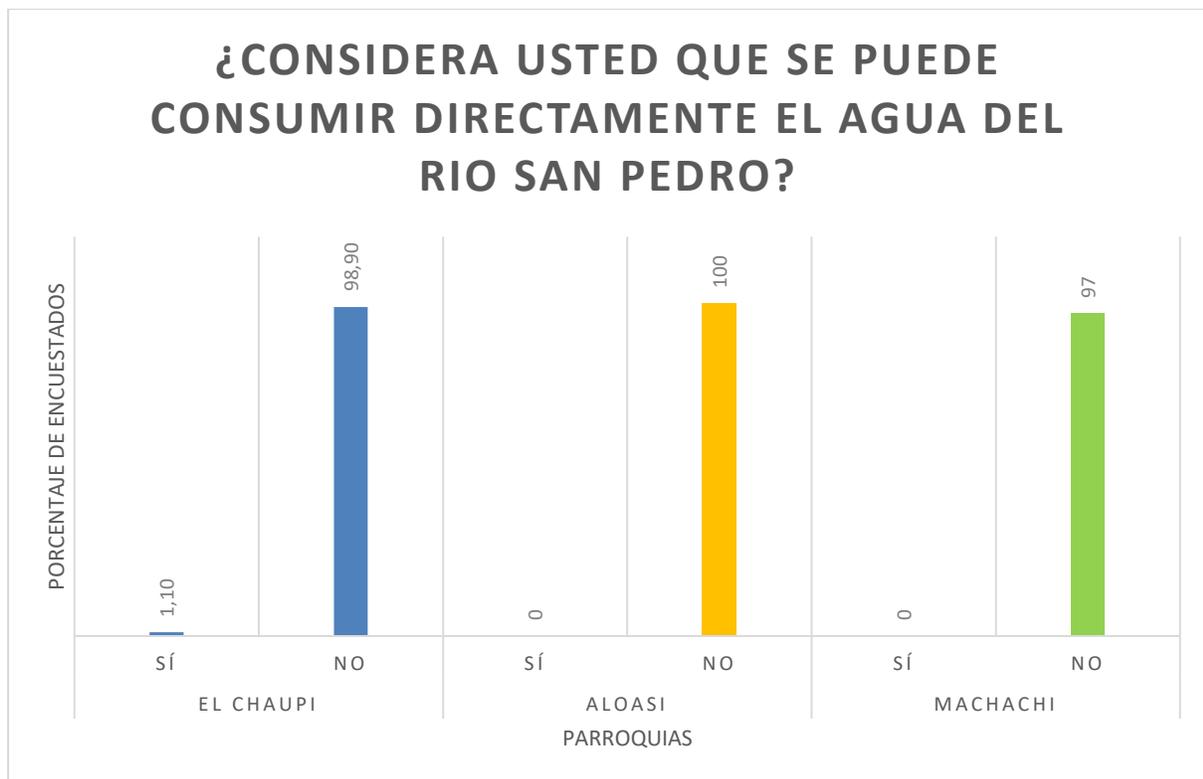
estado actual del río siendo en su gran mayoría la población perteneciente a la parroquia de Machachi, también hay que tener en cuenta que en la parroquia de Aloasi y Machachi no la consideran limpia pero en el caso del Chaupi se considera limpia en una respuesta correspondiente al 1.1% de los encuestados.

2. ¿Considera usted que se puede consumir directamente el agua del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 2 en los tres sectores encuestados

Figura 14

Consumo directo del agua del Río San Pedro



Nota. Figura del Consumo directo del agua del Río San Pedro. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Análisis

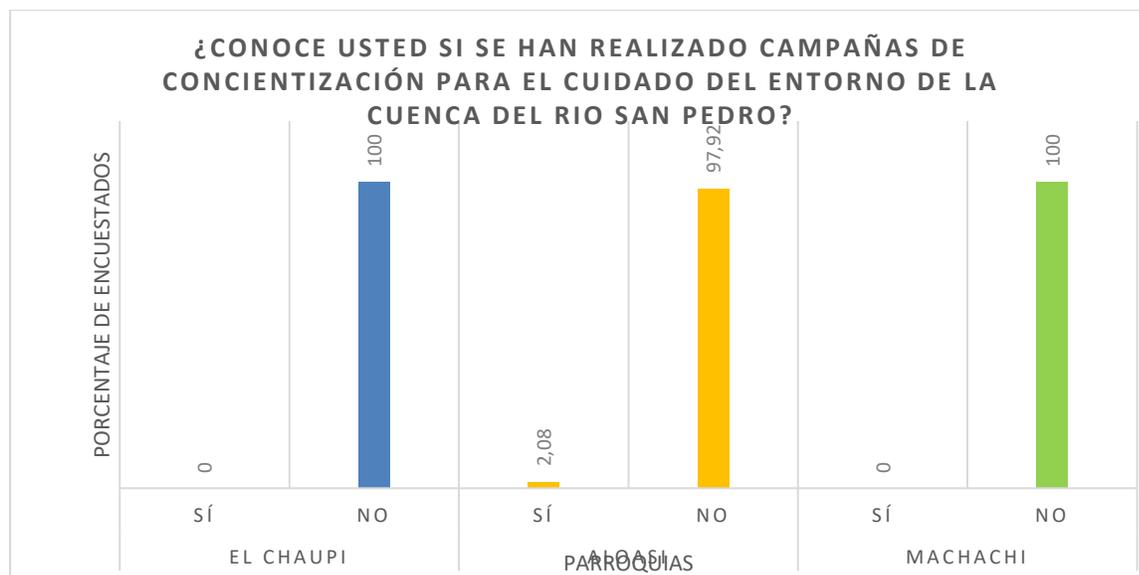
Como se aprecia en la Gráfico 7, se determinó que tanto en la parroquia de Aloasi como en Machachi consideran que no se puede consumir directamente el agua del Río San Pedro sin un tratamiento previo, mientras que en El Chaupi se obtuvo una sola respuesta que considera que se puede consumir el agua directamente correspondiente al 1.1% con respecto al 98.9% que considera que no se puede consumir directamente.

3. ¿Cree que el agua que llega a nuestro hogar es totalmente potable?

Diagrama de barras para la pregunta 3 en los tres sectores encuestados

Figura 15

Campañas de cuidado del entorno de la microcuenca



Nota. Figura de Campañas de cuidado del entorno de la microcuenca. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Análisis

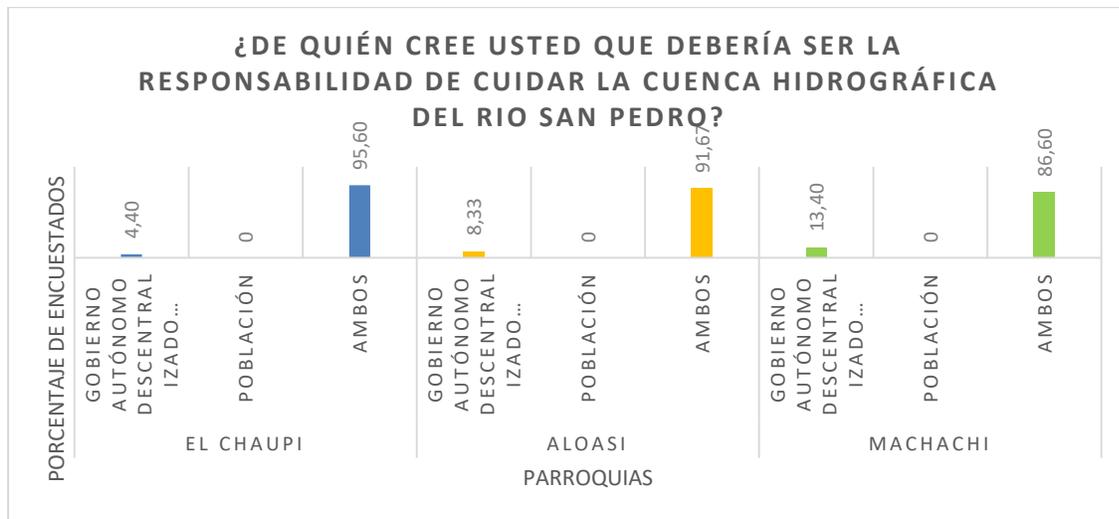
Como se observa en la Gráfico 8, para la parroquia de Aloasi son 2 encuestados que afirman conocer de campañas de cuidado para la cuenca del río correspondiendo a 2.1% de los encuestados, mientras que el 97.9% de los encuestados dicen no tener conocimiento de estas campañas, en cambio para las parroquias de El Chaupi y Machachi el 100% de los encuestados sostiene no tener ningún conocimiento de campañas de concientización para el cuidado del entorno de la cuenca del Río San Pedro.

4. ¿De quién cree usted que debería ser la responsabilidad de cuidar la cuenca hidrográfica del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 4 en los tres sectores encuestados

Figura 16

Responsabilidad del cuidado de la cuenca



Nota. Figura de Responsabilidad del cuidado de la cuenca Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Análisis

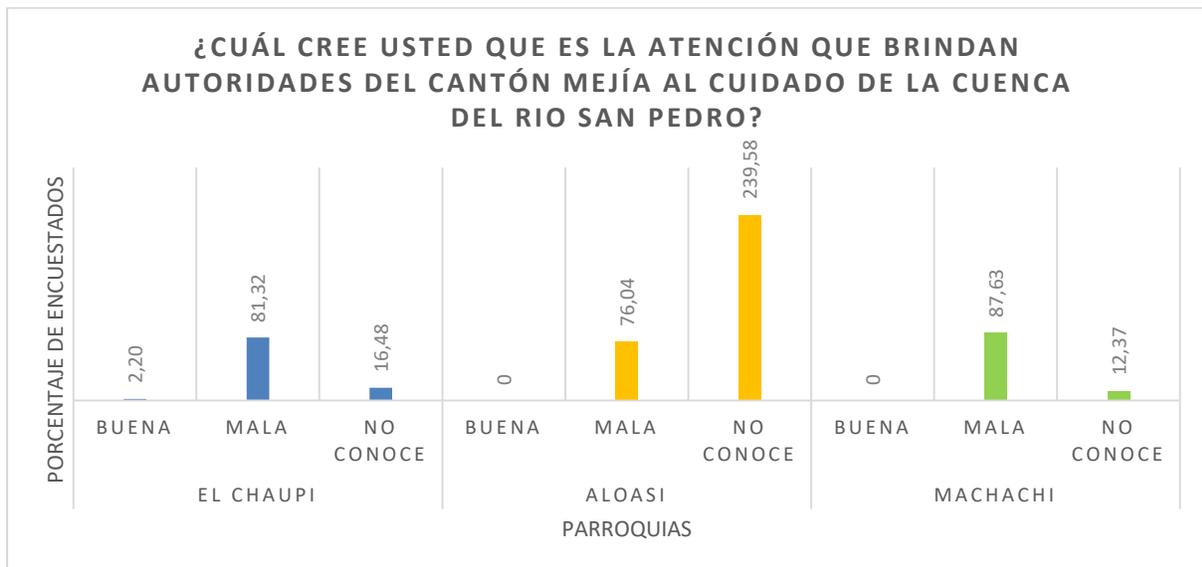
Como se observa en la Gráfico 9, podemos determinar que la mayoría de los encuestados creen que la responsabilidad del cuidado de la cuenca del Río San Pedro debe ser tanto de la población como de las autoridades del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Mejía (GAD), con respecto a las pocas personas encuestadas que consideran que debería ser únicamente responsabilidad del GAD.

5. ¿Cuál cree usted que es la atención que brindan autoridades del Cantón Mejía al cuidado de la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 5 en los tres sectores encuestados

Figura 17

Atención brindada por las autoridades



Nota. Figura de atención brindada por las autoridades. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Análisis

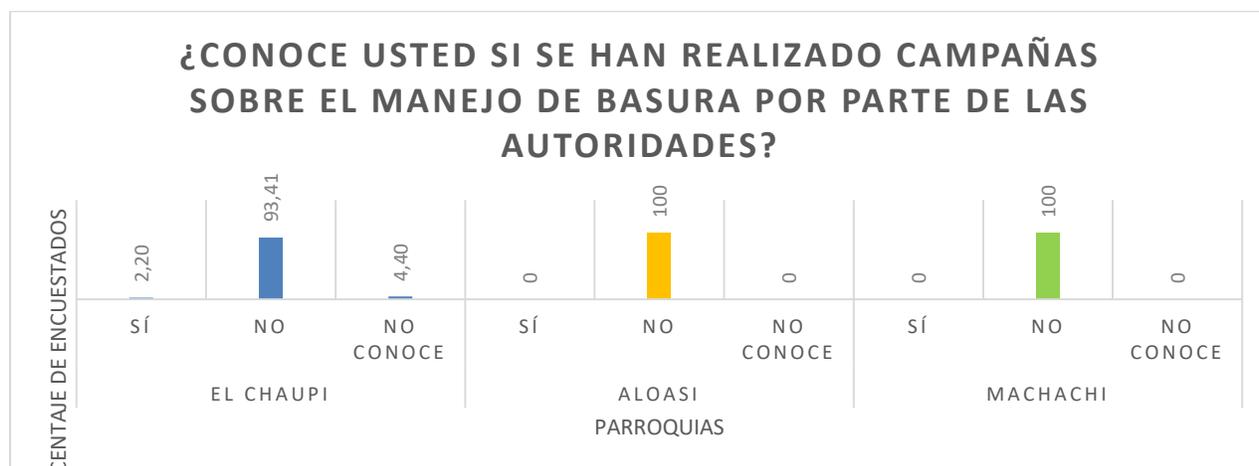
Como se aprecia en la Gráfico 10, para la parroquia de El Chaupi el 81.3% del total de los encuestados consideran que existe una mala atención por parte de las autoridades mientras que un 16.5% desconocen la situación y solamente un 2.2% consideran una buena gestión, para el caso de la Parroquia de Aloasi y Machachi se puede notar que una gran parte de los encuestados consideran que las autoridades tienen un mal cuidado de la cuenca, mientras que un porcentaje pequeño desconoce si las autoridades brindan o no un cuidado.

6. ¿Conoce usted si se han realizado campañas sobre el manejo de basura por parte de las autoridades?

Diagrama de barras para la pregunta 6 en los tres sectores encuestados

Figura 18

Campañas de manejo de la basura



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 6 en los tres sectores encuestados Elaborado por: *Cachago y Córdor,*

2023

Análisis

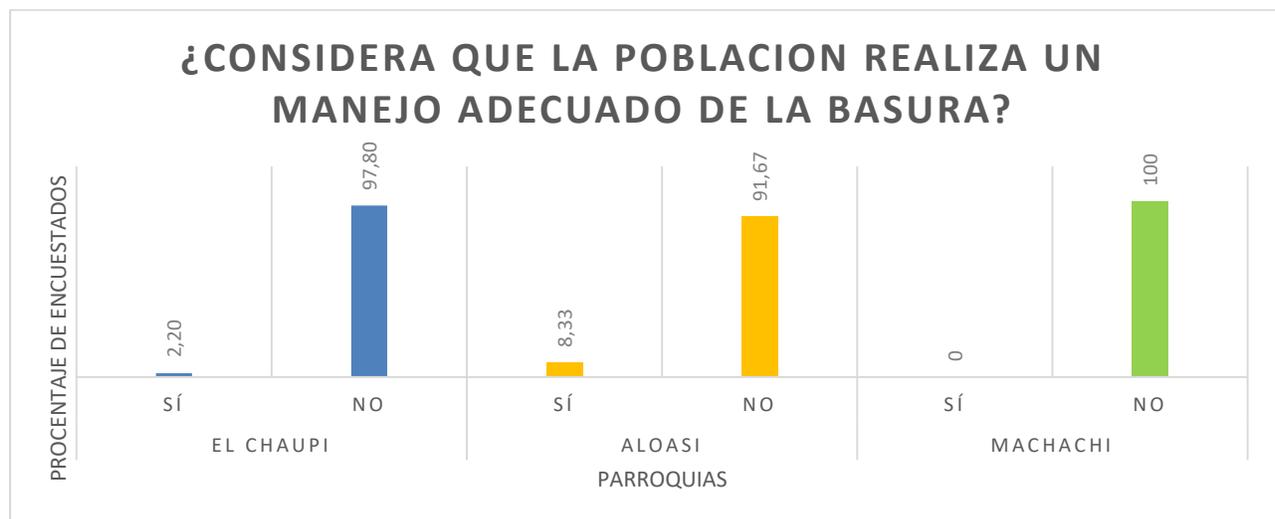
Como se observa en la Gráfico 11, en la parroquia de El Chaupi una gran cantidad de encuestados correspondientes al 81.3% consideran que no se han realizado campañas de manejo de la basura mientras que un 16.5% no conocen y solamente un 2.2% consideran que, si se ha realizado campañas sobre el manejo adecuado de la basura, Para el caso de las parroquias de Aloasi y Machachi el 100% de los encuestados consideran que no se han realizado campañas sobre el manejo de la basura.

7. ¿Considera que la población realiza un manejo adecuado de la basura?

Diagrama de barras para la pregunta 7 en los tres sectores encuestados

Figura 19

Cuerpo de agua más contaminado en nuestros días



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 7 en los tres sectores encuestados. Elaborado por: *Cachago y Córdor,*

2023

Análisis

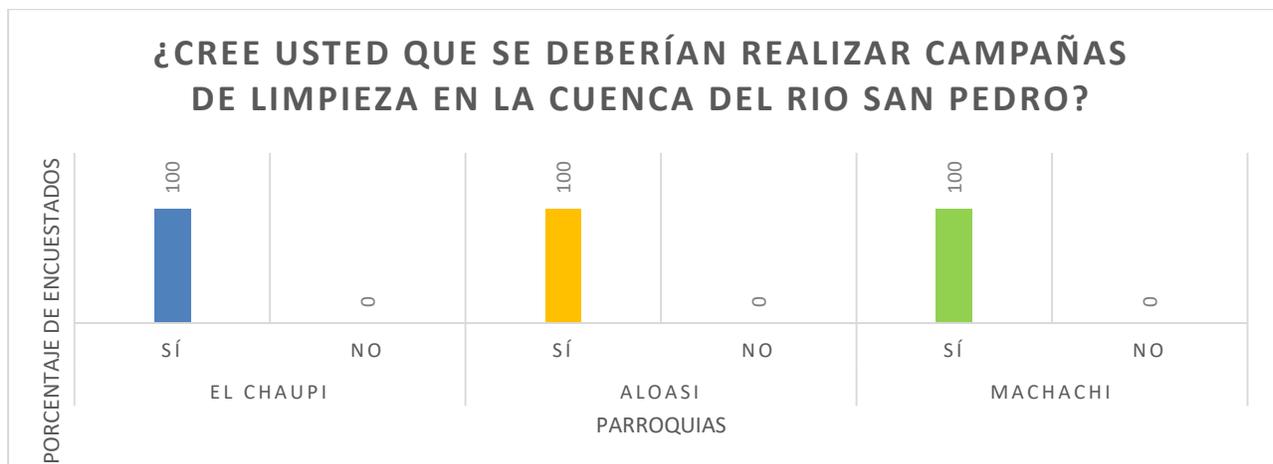
Como observamos en la Gráfico 12, para la parroquia de El Chaupi un gran porcentaje considera que no se realiza un adecuado manejo de la basura siendo el 97.8% de los encuestados mientras que solamente el 2.2% considera desde sí, en cambio para Aloasi un 91.7% considera que no se realiza un adecuado manejo de la basura frente a un 8.3% que sí, mientras que en la parroquia de Machachi el 100% de los encuestados considera que no se realiza un manejo adecuado de la basura.

8. ¿Cree usted que se deberían realizar campañas de limpieza en la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 8 en los tres sectores encuestados

Figura 20

Campañas de limpieza



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 8 en los tres sectores encuestados. Elaborado por: *Cachago y Cóndor,*

2023

Análisis

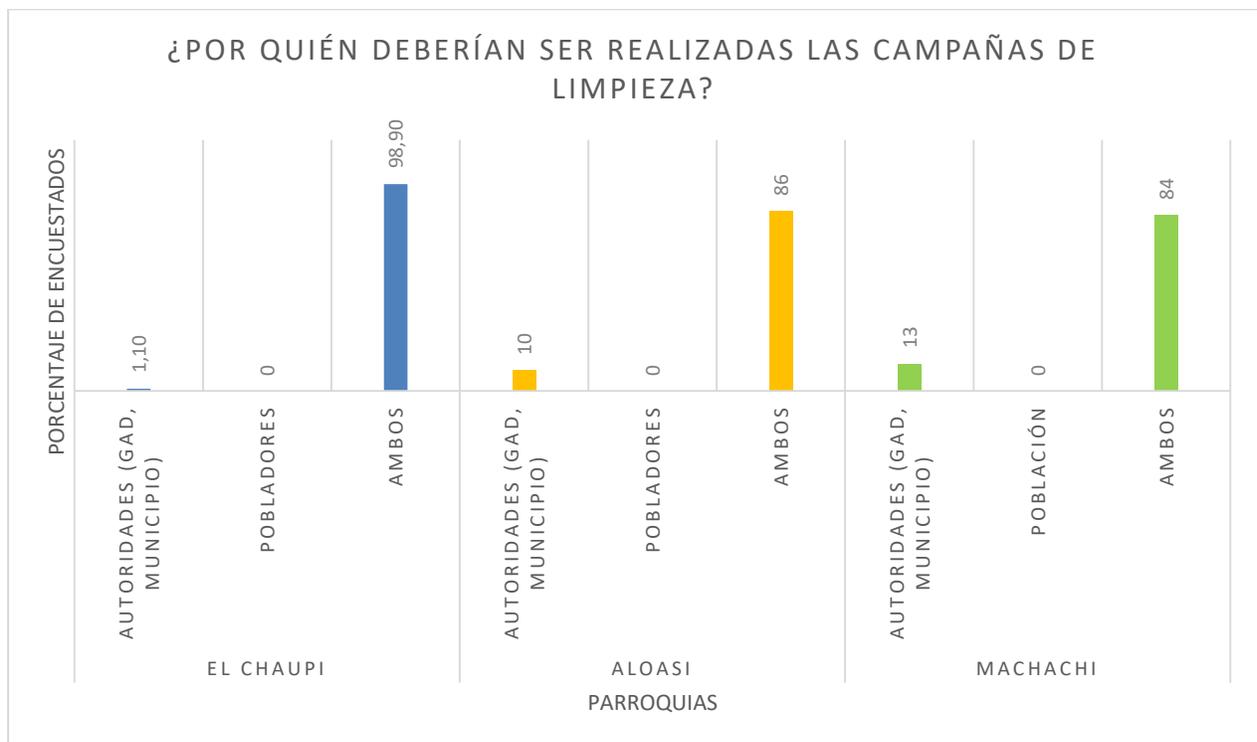
Como se observa en la Gráfico 13, del total de los encuestados en las tres parroquias consideran que se debe realizar una campaña de limpieza en la cuenca del Río San Pedro.

9. ¿Por quién deberían ser realizadas las campañas de limpieza?

Diagrama de barras para la pregunta 9 en los tres sectores encuestados

Figura 21

Campañas de limpieza



Nota. Figura de la encuesta pregunta 9. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Análisis

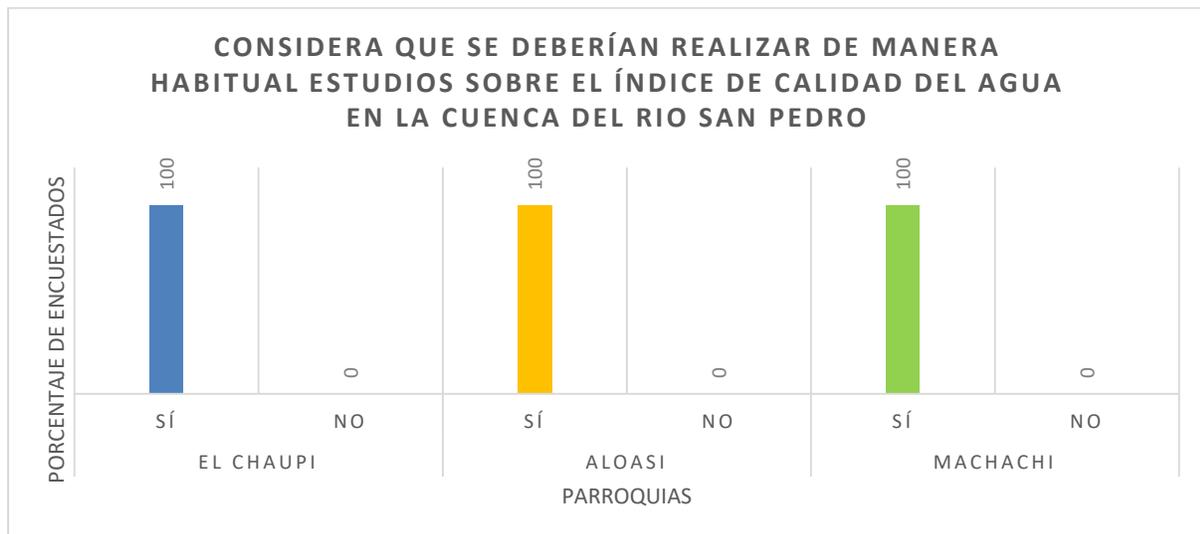
La información obtenida en la Gráfico 14, se puede determinar que en la mayoría de los encuestados de las tres parroquias encuestadas consideran que las campañas de limpieza deberían realizarse en conjunto tanto con las autoridades como en la población, mientras que en un menor número consideran que se debería realizar solamente por las autoridades siendo así el 1.1% para El Chaupi, el 10.4% en Aloasi y un 13.4% en Machachi.

10. ¿Considera que se deberían realizar de manera habitual estudios sobre el Índice de calidad del Agua en la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 10 en los tres sectores encuestados

Figura 22

Índice de calidad del Agua



Nota. Figura perteneciente a la pregunta 10 de la encuesta. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Análisis

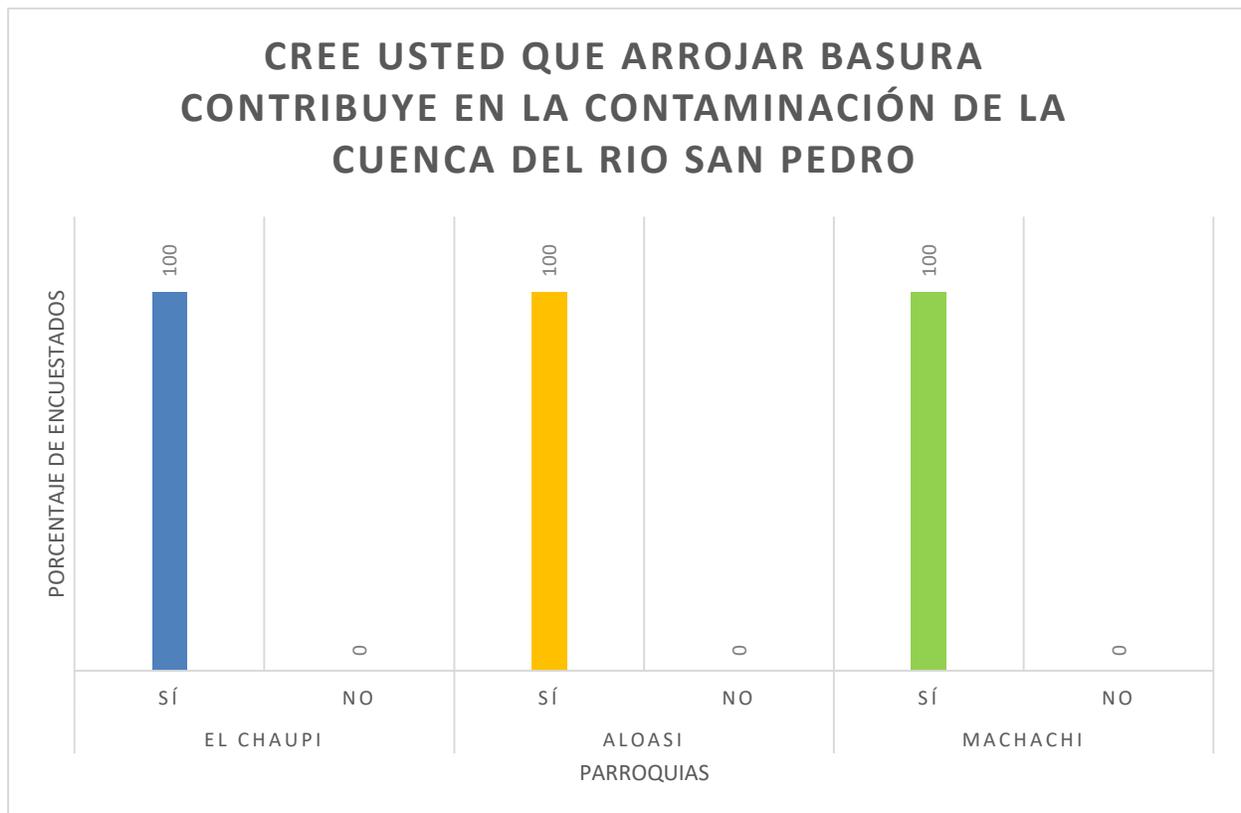
Como se observa en la Gráfico 15, el 100% de los encuestados en las tres parroquias consideran que se deberían realizar estudios sobre el índice de calidad del agua.

11. ¿Cree usted que arrojar basura contribuye en la contaminación de la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 11 en los tres sectores encuestados

Figura 23

Contaminación de la cuenca



Nota. Figura Contaminación de la cuenca pregunta 11 de la encuesta. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Análisis

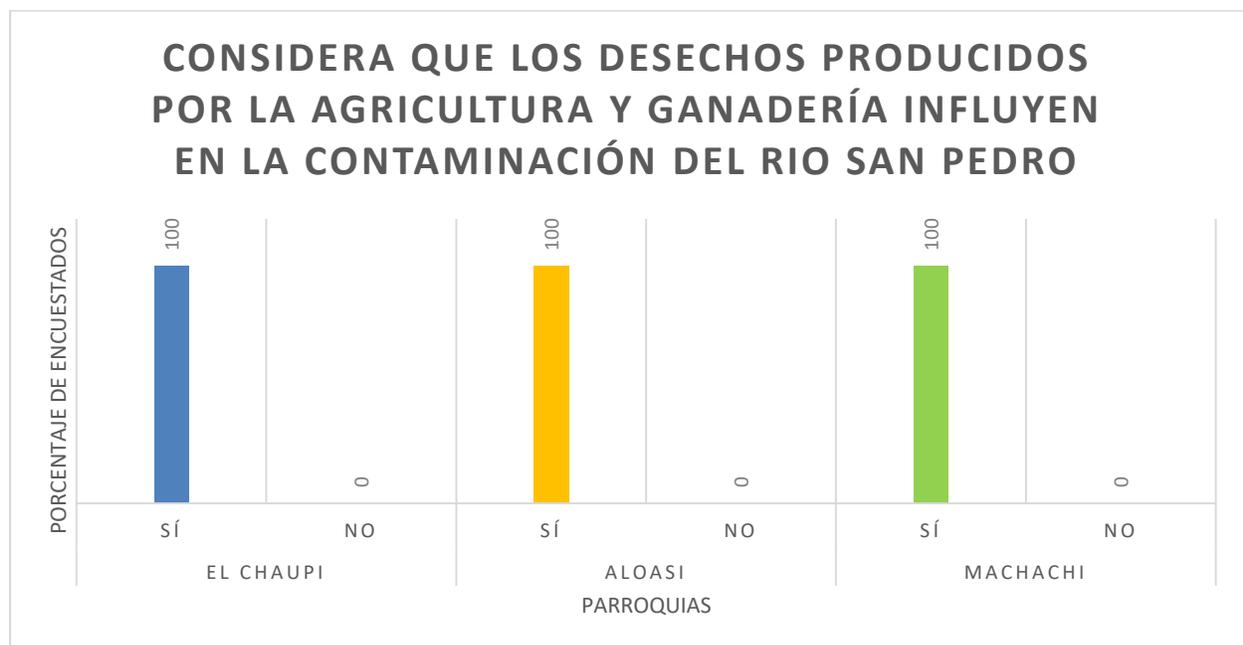
Como se observa en la Gráfico 16, el 100% de los encuestados en las tres parroquias consideran que el arrojar basura es una contribución para la contaminación de la cuenca del Río San Pedro.

12. ¿Considera que los desechos producidos por la agricultura y ganadería influyen en la contaminación del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 12 en los tres sectores encuestados.

Figura 24

Contaminación de la cuenca



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 12 en los tres sectores encuestados. Elaborado por: *Cachago y Córdor,*

2023

Análisis

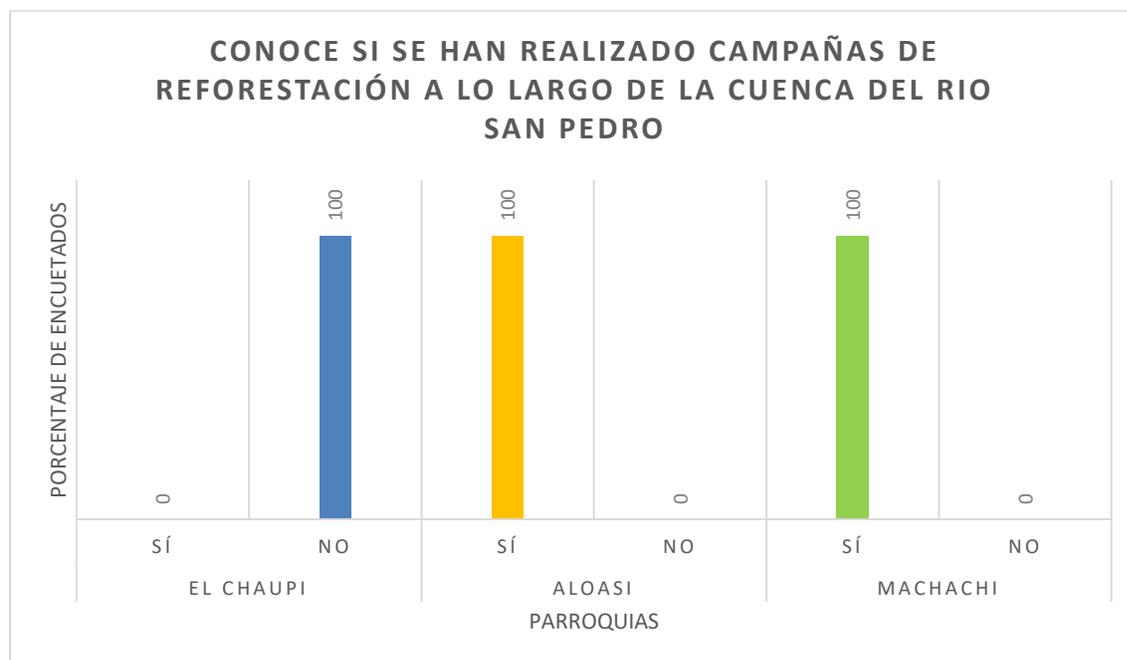
Como se observa en la Gráfico 17, el 100% de los encuestados en las tres parroquias consideran que los desechos producidos por la agricultura y ganadería contribuyen en la contaminación de la cuenca del Río San Pedro.

13. ¿Conoce si se han realizado campañas de reforestación a lo largo de la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 13 en los tres sectores encuestados.

Figura 25

Campaña de reforestación



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 13 en los tres sectores encuestados. Elaborado por: *Cachago y Córdor,*

2023

Análisis

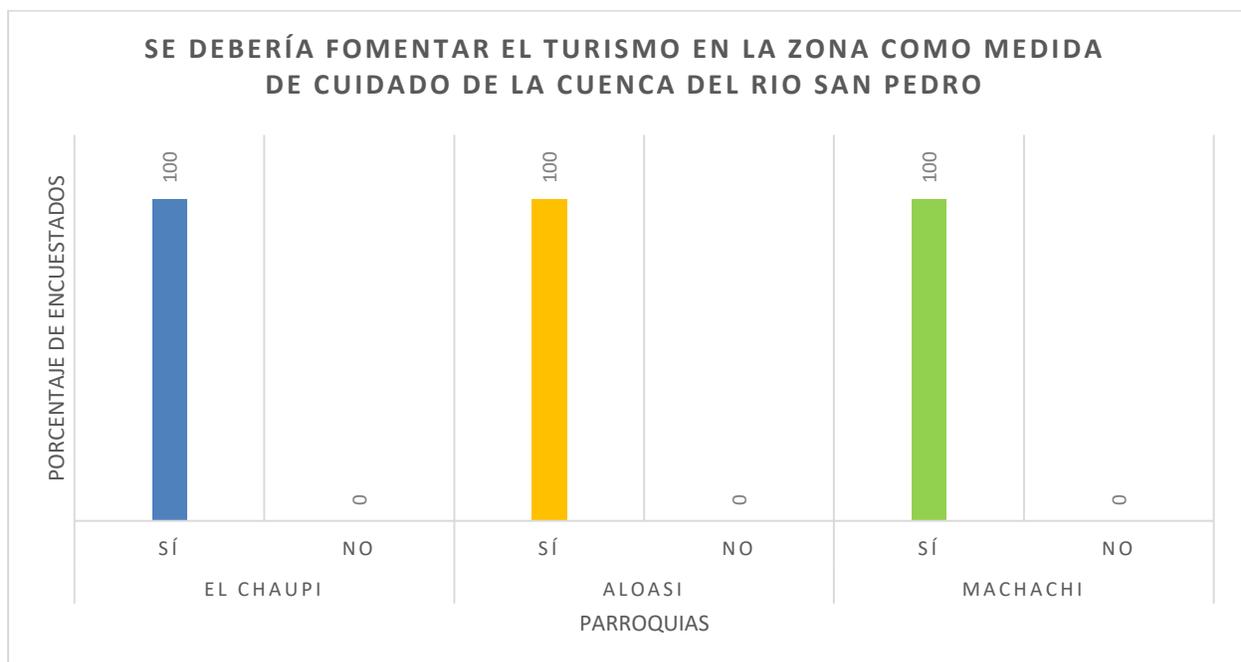
Como se observa en la Gráfico 18, el 100% de los encuestados en las tres parroquias consideran que no se han realizado campañas de reforestación a lo largo de la cuenca del Río San Pedro.

14. ¿Se debería fomentar el turismo en la zona como medida de cuidado de la cuenca del Río San Pedro?

Diagrama de barras para la pregunta 14 en los tres sectores encuestados.

Figura 26

Turismo en la zona



Nota. Diagrama de barras para la pregunta 14 en los tres sectores encuestados. Elaborado por: *Cachago y Córdor*, 2023

Análisis

Como se observa en la Gráfico 19, el 100% de los encuestados en las tres parroquias consideran que se debería fomentar el turismo en la zona como medida de cuidado de la cuenca del Río San Pedro.

La encuesta se la realizo con el fin de tabular la información de cómo los pobladores de las tres parroquias de estudio perciben como se encuentra la cuenca del Río San Pedro.

4.7. Parámetros medidos en campo:

4.7.1. pH del agua

Se presenta los resultados de la medición de pH para cada uno de los sitios de muestreo siendo MRSP1 aguas arriba, MRSP2 aguas en medio y MRSP3 aguas abajo

Tabla 29

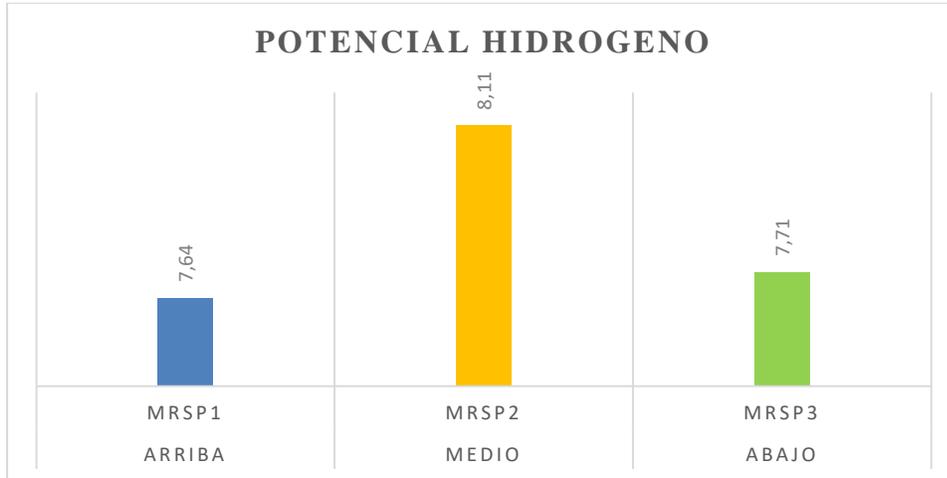
pH

Cantón	COD	pH
Mejía	MRSP1	7,64
Mejía	MRSP2	8,11
Mejía	MRSP3	7,71

Nota. Tabla de pH del agua de las zonas de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Figura 27

pH en los tres puntos de muestreo



Nota. Figura potencial de hidrogeno de la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

4.7.2. Variaci3n de Temperatura del agua:

Se presenta los resultados de la medici3n de temperatura para cada uno de los sitios de muestreo.

Tabla 30

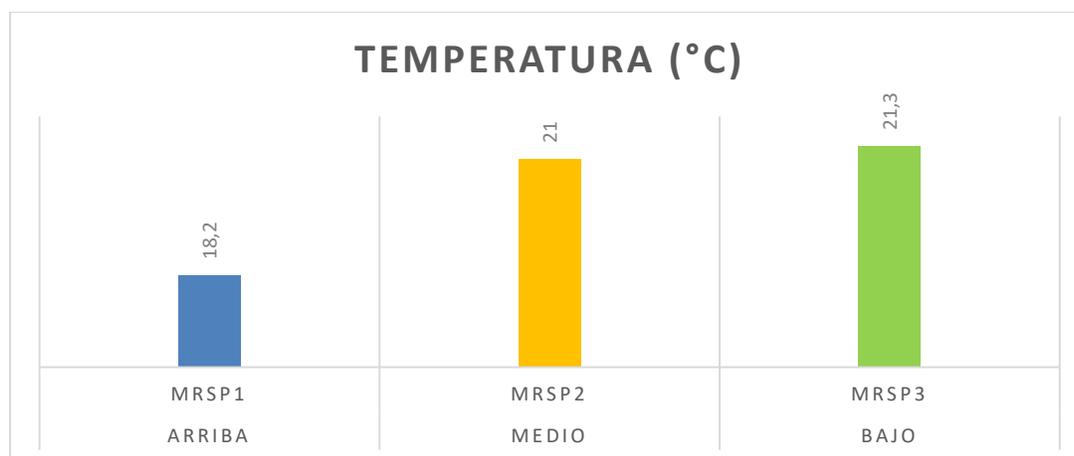
Temperatura en los tres puntos de muestreo

Cant3n	COD	Temperatura (°C)
Mej3a	MRSP1	18,2
Mej3a	MRSP2	21
Mej3a	MRSP3	21,3

Nota. Temperatura en los tres puntos de muestreo. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

Figura 28

Temperatura en los tres puntos de muestreo



Nota. Figura Temperatura en los tres puntos de muestreo. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

4.8. Parámetros medidos del agua en laboratorio:

4.8.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno:

Se muestra los resultados para la Demanda Bioquímica de Oxígeno para los tres sitios de muestreo.

Tabla 31

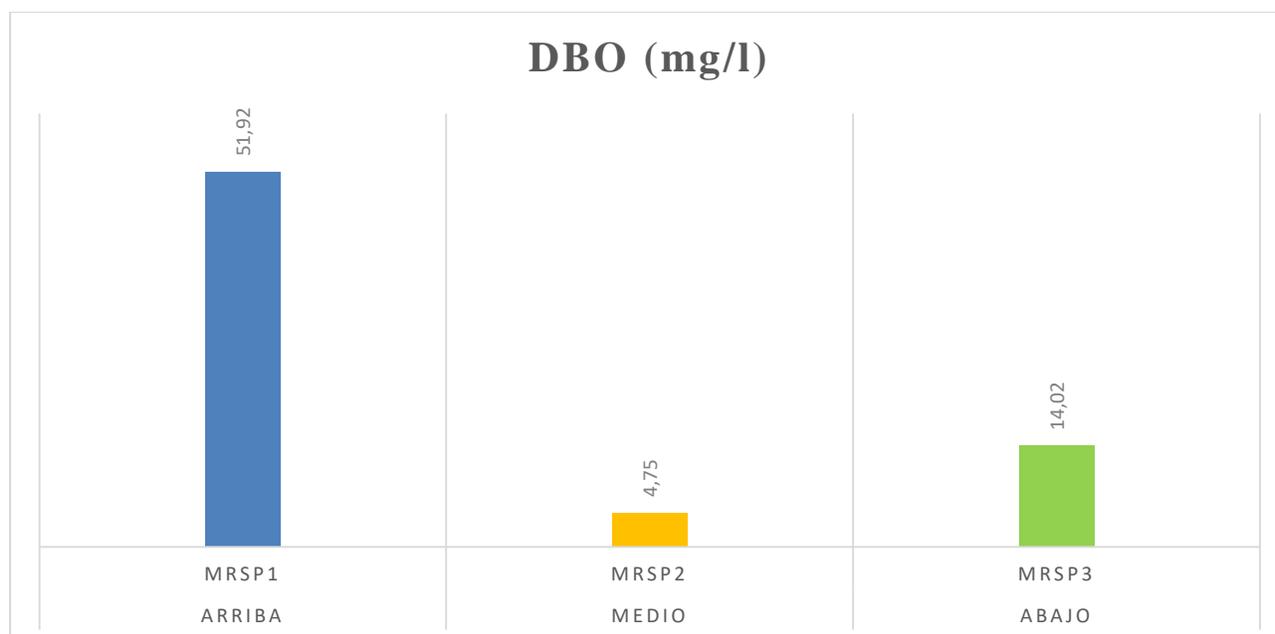
Resultados DBO en los tres puntos de muestreo

Cantón	COD	DBO (mg/l)
Mejía	MRSP1	51,92
Mejía	MRSP2	4,75
Mejía	MRSP3	14,02

Nota. Resultados DBO en los tres puntos de muestreo. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Figura 29

DBO en los tres puntos de muestreo



Nota. DBO en los tres puntos de muestreo. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

4.8.2. DQO

Se muestran los resultados obtenidos para la demanda química de oxígeno en laboratorio.

Tabla 32

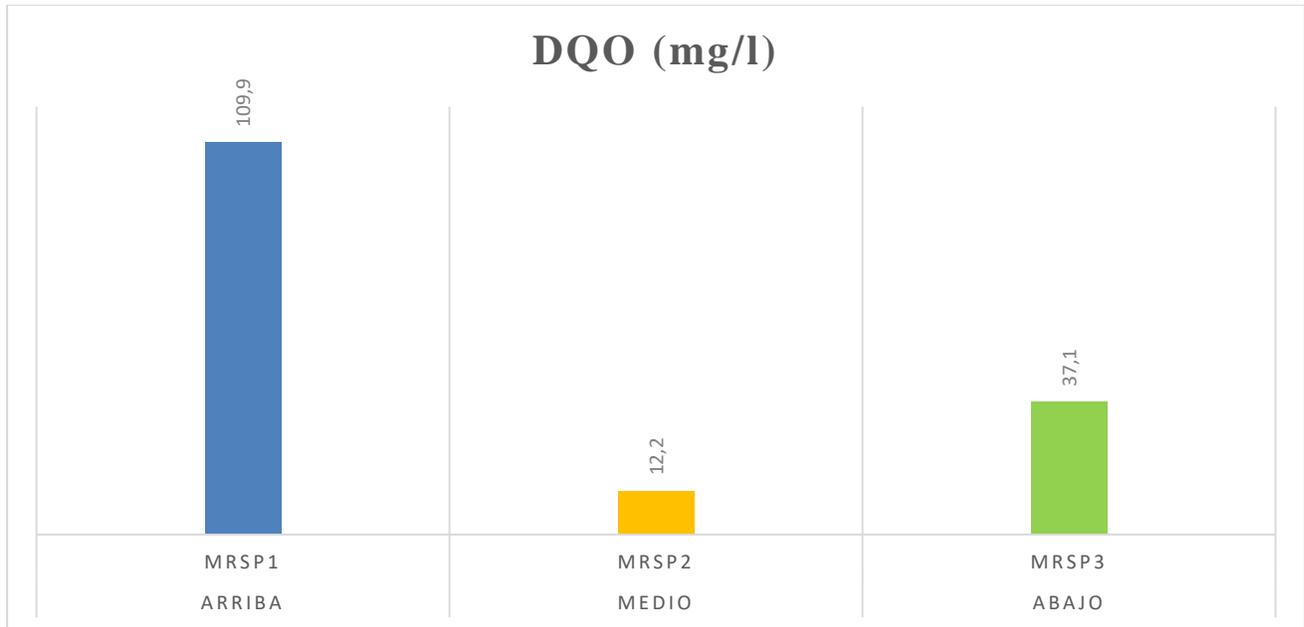
Demanda Química de Oxígeno

Cantón	COD	DQO (mg/l)
Mejía	MRSP1	109,9
Mejía	MRSP2	12,2
Mejía	MRSP3	37,1

Nota. DQO. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Figura 30

Demanda Química de Oxígeno



Nota. Figura DQO. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

4.8.3. Fosfatos:

Se muestra los resultados de fosfatos obtenidos en los tres sitios de muestreo

Tabla 33.

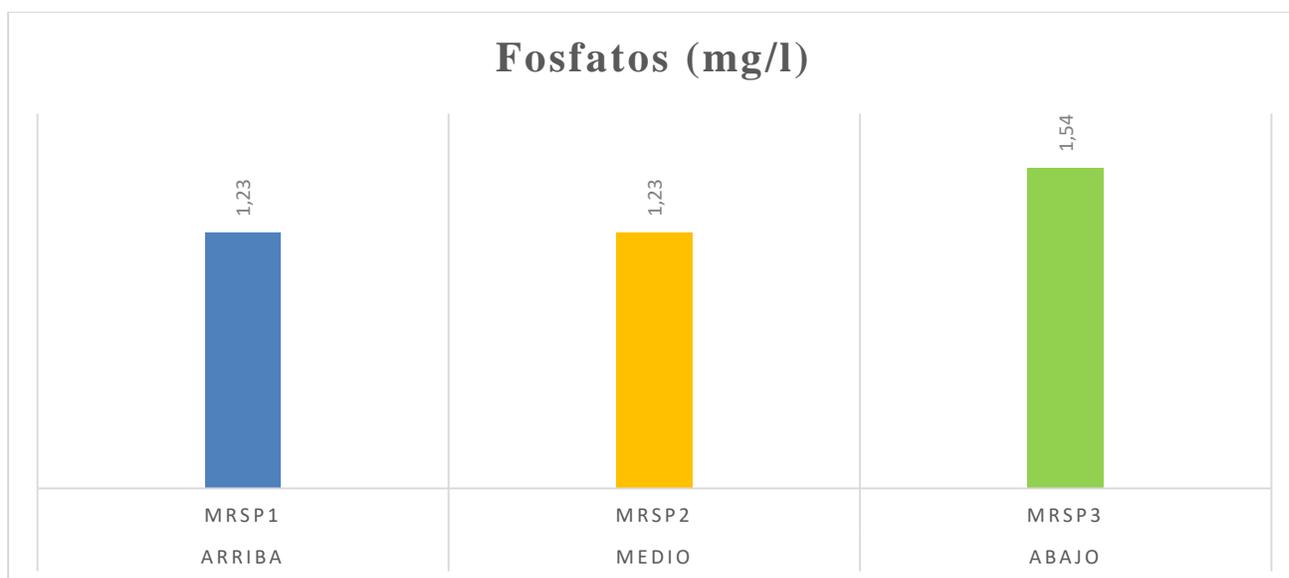
Resultados fosfatos

Cantón	COD	Fosfatos (mg/l)
Mejía	MRSP1	1,23
Mejía	MRSP2	1,23
Mejía	MRSP3	1,54

Nota. Resultados de fosfatos de las zonas de estudio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Figura 31

Fosfatos



Nota. Figura de resultados de laboratorio de fosfatos en el agua. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

4.8.4. Nitratos:

Se muestran los resultados de nitratos obtenidos por cada sitio de muestreo.

Tabla 34

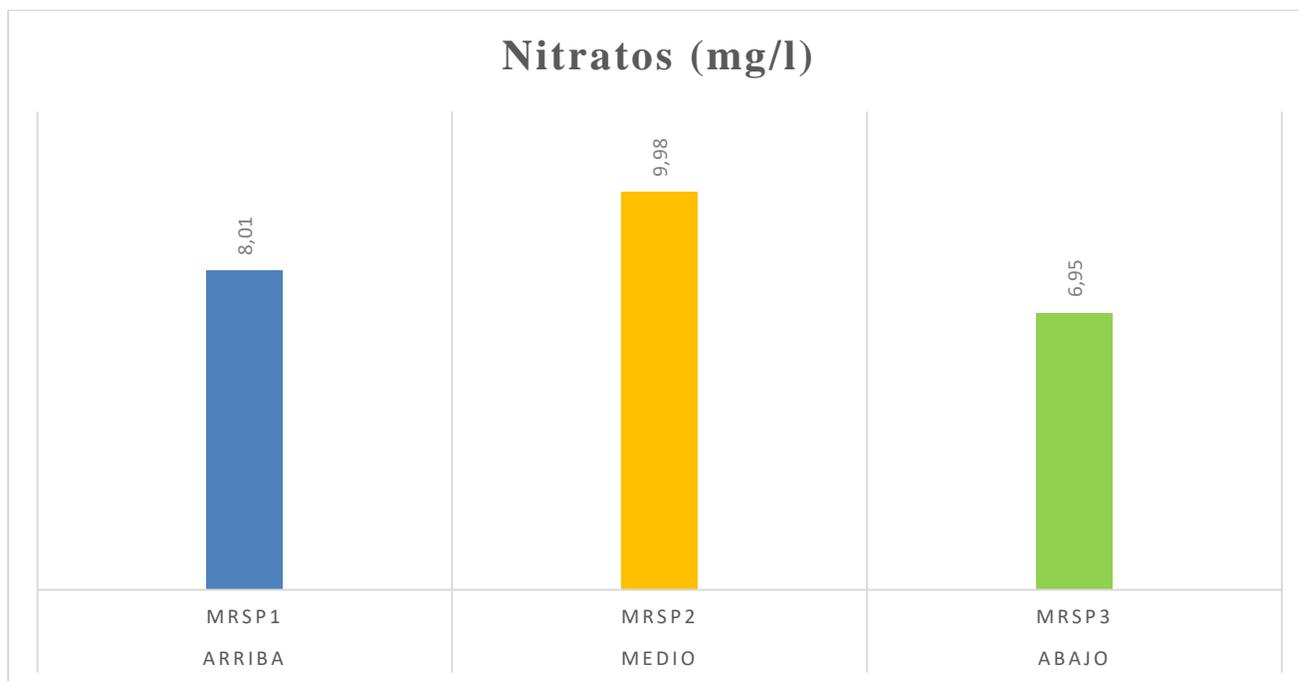
Resultados nitratos

Cant3n	COD	Nitratos (mg/l)
Mej3a	MRSP1	8,01
Mej3a	MRSP2	9,98
Mej3a	MRSP3	6,95

Nota. Resultados de laboratorio de nitratos en el agua. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

Figura 32

Nitratos



Nota. Figura resultados de nitratos obtenidos en el laboratorio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Se muestra los resultados obtenidos de oxígeno disuelto por cada punto de muestreo.

Tabla 35.

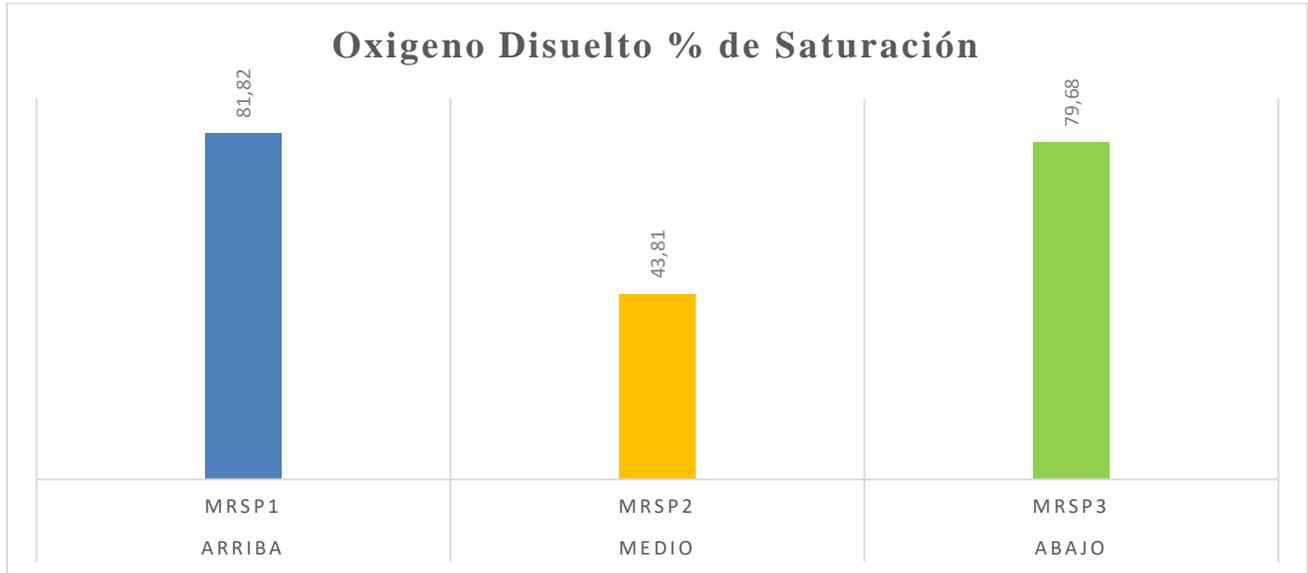
Resultados Oxígeno disuelto

Cantón	COD	Oxígeno Disuelto % de Saturación
Mejía	MRSP1	81,82
Mejía	MRSP2	43,81
Mejía	MRSP3	79,68

Nota. Resultados oxígeno disuelto presente en el agua. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Figura 33

Oxígeno Disuelto



Nota. Figura oxígeno disuelto presente en el agua obtenido en el laboratorio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

4.8.5. Sólidos disueltos totales:

Se presenta los resultados de nitratos en cada muestreo analizado, se encuentra medido en miligramos por cada litro de muestra.

Tabla 36

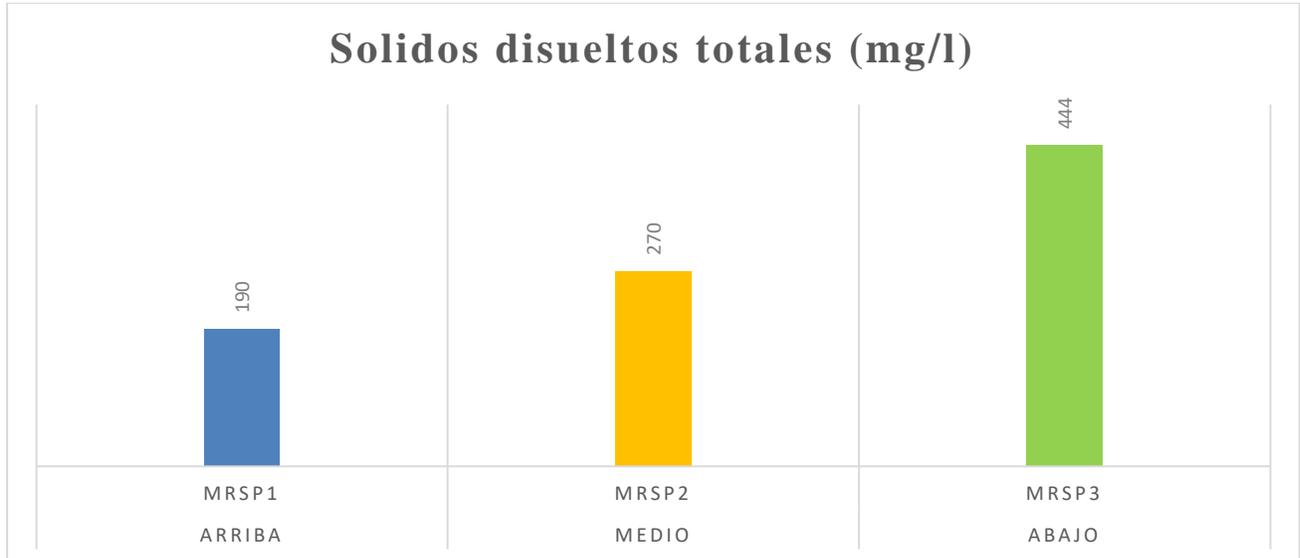
Sólidos disueltos totales

Cantón	COD	Sólidos disueltos totales (mg/l)
Mejía	MRSP1	190
Mejía	MRSP2	270
Mejía	MRSP3	444

Nota. Tabla de sólidos disueltos totales. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Figura 34

Solidos Disueltos Totales



Nota. Figura solidos disueltos totales obtenida en laboratorio. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

4.8.6. Turbidez:

Se presenta los resultados para la turbidez de acuerdo a las muestras presentadas.

Tabla 37

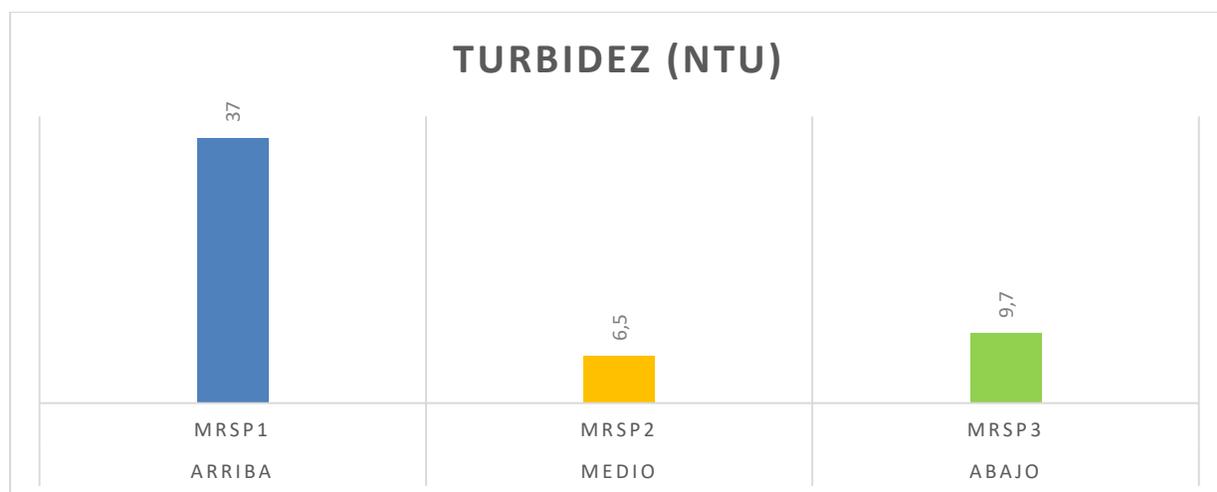
Resultados turbidez

Cant3n	COD	Turbidez (NTU)
Mej3a	MRSP1	37
Mej3a	MRSP2	6,5
Mej3a	MRSP3	9,7

Nota. Turbidez presente en el agua en la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y C3ndor, 2023*

Figura 35

Turbidez



Nota. Turbidez presente en el agua en la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

4.8.7. Coliformes fecales:

Se presenta los resultados obtenidos para coliformes fecales donde las pruebas resultaron negativas para ambos casos y se colocó el NMP/100mL <1.

Tabla 38

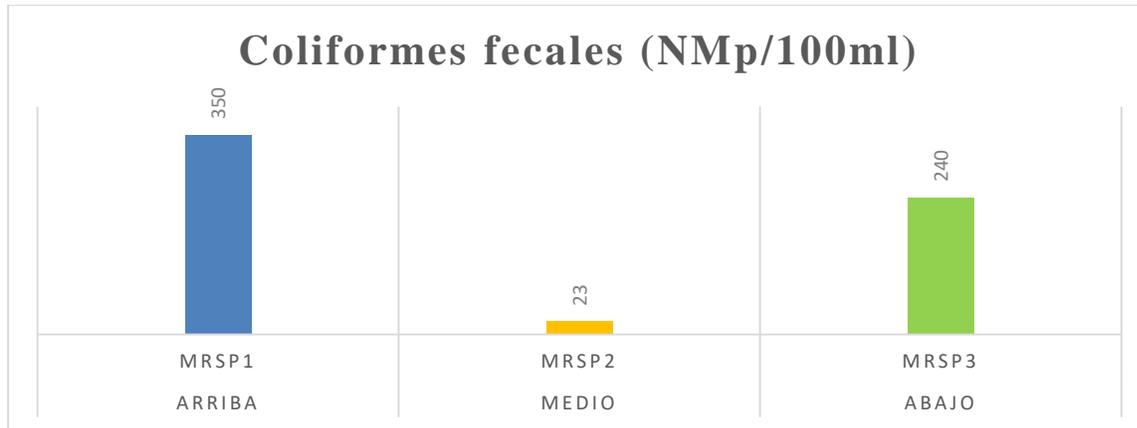
Coliformes fecales

Cantón	COD	Coliformes fecales (NMp/100ml)
Mejía	MRSP1	350
Mejía	MRSP2	23
Mejía	MRSP3	240

Nota. Coliformes fecales encontrados en resultados de laboratorio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Figura 36

Coliformes Fecales



Nota. Coliformes fecales encontrados en resultados de laboratorio. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

4.9. Índice de Calidad de Agua ICA-NSF:

La Tabla 39 se encuentra los resultados de la determinación del Índice de Calidad del Agua para los tres puntos de muestreo, correspondiéndole a la muestra de aguas arriba el código MRSP1, aguas en la mitad al código MRSP2, y aguas abajo al código MRSP3.

Tabla 39

Índice de Calidad de Agua ICA-NSF

Código de muestreo	Sitio	Mes	Año	ICA-NSF	Calidad de agua
MRSP1	El Chaupi	Noviembre	2022	60,92	Media
MRSP2	Machachi	Noviembre	2022	61,8	Media
MRSP3	Machachi	Noviembre	2022	63,21	Media

Nota. Índice de calidad del agua. Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

La interpretación de la tabla nos muestra que los valores obtenidos para el ICA-NSF son de 60.92 a 63.21 indicándonos según la escala de color como media o regular, donde por lo general, se tiene menos diversidad de organismos acuáticos con presencia de crecimiento de algas

4.9.1. Estándares de aplicación desarrollados por ICA-NSF

Para los tres puntos analizados, la calidad del agua ha sido media, representado en el rango entre 51 a 70 unidades, lo que se considera agua de no muy buena calidad requiriendo tratamiento debido a la presencia de contaminantes.

4.9.2. Comparación entre resultados obtenidos de los análisis de agua con la Legislación Ambiental Vigente

En la Tabla 40, se analizan los datos obtenidos con la medición realizada en campo comparada con los límites máximos permisibles para agua de consumo humano y uso doméstico tomados del libro VI del TULSMA en el Anexo 1. Los parámetros como el pH, la a temperatura cumplen con los valores que indica la normativa ambiental vigente.

Tabla 40

Resultados obtenidos en campo comparación con la normativa ambiental

Parámetro	Punto de muestreo	Noviembre	Límite máximo permisible
Potencial de hidrógeno (unidades de pH)	MRSP1	7,64	6 a 9
	MRSP2	8,11	
	MRSP3	7,71	
Temperatura (°C)	MRSP1	18,2	Condición Natural +/- 3 °C
	MRSP2	21	
	MRSP3	19,2	

Nota. Resultados obtenidos en campo comparación con la normativa ambiental Elaborado por: *Cachago y Cóndor, 2023*

Como se indica en la Tabla , los resultados obtenidos en los diferentes parámetros evaluados con respecto aquellos que no cumplen con la normativa, tenemos a la DBO que establece que deben ser menores a 2 mg/l, donde el valor más alto de la norma es el que se encuentra en el sitio de aguas arriba de la microcuenca, pero tampoco están tan elevados, en el caso de la DQO la normativa indica valores menores a 4 mg/l y tenemos el valor más alto de igual manera al correspondiente al sitio de aguas arriba, por ultimo quien excede la normativa en el caso de los fosfatos es el correspondiente a aguas abajo sobrepasando en 0.04 mg/l comparado con lo establecido que es 1.50 mg/l. Por otro lado, los demás parámetros como son los fosfatos con excepción del último valor, nitratos, oxígeno disuelto, sólidos disueltos, turbidez y coliformes fecales sí cumplen con los valores presentados en límites anteriores de forma individual, cumpliendo así con la normativa legal.

Tabla 41

Resultados obtenidos en laboratorio comparación con la normativa ambiental

Parámetro	Punto de muestreo	Noviembre	Límite máximo permisible
DBO5 (mg O2/L)	MRSP1	51,92	menor a 2
	MRSP2	4,75	
	MRSP3	14,02	
DQO (mg O2/L)	MRSP1	109,9	menor a 4
	MRSP2	12,2	
	MRSP3	37,1	
Fosfatos (mg PO4 3- L)	MRSP1	1,23	1,5
	MRSP2	1,23	
	MRSP3	1,54	

Parámetro	Punto de muestreo	Noviembre	Límite máximo permisible
Nitratos (mg NO₃- /L)	MRSP1	8,01	50
	MRSP2	9,98	
	MRSP3	6,95	
Oxígeno disuelto (mg O₂/L)	MRSP1	81,82	No menor a 6
	MRSP2	43,81	
	MRSP3	79,68	
Sólidos disueltos (mg/L)	MRSP1	190	1000
	MRSP2	270	
	MRSP3	444	
Turbidez (NTU)	MRSP1	37	100
	MRSP2	6,5	
	MRSP3	9,7	
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	MRSP1	350	1000
	MRSP2	23	
	MRSP3	240	

Nota. Resultados obtenidos en laboratorio comparación con la normativa ambiental Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Los resultados de nuestro estudio muestran que el índice de calidad del agua del Río San Pedro se encuentra en un nivel de calidad regular para consumo humano. El punto más bajo se encuentra en las aguas arriba, lo cual es congruente con las estimaciones presentadas por Pilalumbo Armas en su estudio de la calidad del agua del mismo río. En su estudio, Armas predijo que para el año 2022 se esperaba que el valor del índice de calidad del agua fuera de aproximadamente 51.4, valor cercano al obtenido en nuestro análisis experimental. Esto indica que la microcuenca no tiene una buena calidad de consumo.

Es importante destacar que, según las muestras analizadas tanto en campo como en laboratorio, se cumplieron todas las leyes, reglamentos y códigos relacionados con el agua potable establecidos por la Organización Mundial de la Salud. El presente trabajo se basa en la

presentación de los resultados y comparaciones con los límites máximos permisibles establecidos por la normativa vigente en el TULSMA libro VI, anexo 1, para el caso de estudio.

Nuestros resultados también concuerdan con la percepción de la población del Río San Pedro, obtenida a través de encuestas realizadas en las tres parroquias correspondientes a la microcuenca. Los resultados de la encuesta indican que la población percibe al río como sucio y no apto para consumo directo, lo cual fue respondido por un gran número de encuestados.

En resumen, nuestros hallazgos confirman que la calidad del agua del Río San Pedro no es óptima para consumo humano, lo que indica la necesidad de tomar medidas para mejorar su calidad y proteger este importante recurso natural.

PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO AMBIENTAL PARA LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO

4.10. Objetivos

4.10.1. Objetivo General

- Establecer estrategias que permitan llegar a un manejo adecuado de los recursos con el fin de proporcionar sustentabilidad en el medio ambiente.

4.10.2. Objetivos Específicos

- Plantear opciones de índole socioeconómico mediante el desarrollo de programas económicos productivos para mejorar el nivel de vida de la población.

- Desarrollar programas de conservación y restauración de los recursos a través de programas de valor ecológico para reducir la pérdida de hábitats naturales además de la biodiversidad.
- Consolidar las capacidades de los habitantes mediante programas de desarrollo comunitario para el bienestar, autonomía e independencia de las personas.

4.11. Marco Legal

Siendo el marco legal una base para reconocer la autoridad para formular políticas aplicando las mismas en la administración y protección de los principios como la libertad territorial, justicia y competencia. Por lo tanto, para la microcuenca del Río San Pedro se tomará en cuenta el marco legal siguiente:

Constitución de la República del Ecuador

Tabla 42

Marco legal, Constitución de la República del Ecuador

Artículo	Mención
N°3, Numerales 7 y 8	Son deberes primordiales: Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir junto con el proteger el patrimonio natural y cultural del país. (Dirección de Ambiente et al., 2021)
N°10	La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución. (Dirección de Ambiente et al., 2021)

Artículo	Mención
N°12	El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida. (Dirección de Ambiente et al., 2021)
N°14	Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, <i>sumak kawsay</i> . Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Dirección de Ambiente et al., 2021)
N°15	El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua. (Bravo, 2019)
N°21	Las personas tienen derecho a construir y mantener su propia identidad cultural, a decidir sobre su pertenencia a una o varias comunidades culturales y a expresar dichas elecciones; a la libertad estética; a conocer a difundir sus propias expresiones culturales y tener acceso a expresiones culturales diversas.(Delgado, 2015). La memoria histórica de sus culturas y a acceder a su patrimonio cultural;
N°27	La educación se centrará en el ser humano y garantizará su desarrollo holístico, en el marco del respeto a los derechos humanos, al medio ambiente sustentable y a la democracia; será participativa, obligatoria, intercultural, democrática, incluyente y diversa, de calidad y calidez; impulsará la equidad de género, la justicia, la solidaridad y la paz; estimulará el sentido crítico, el arte y la cultura física, la iniciativa individual y comunitaria, y el desarrollo de competencias y capacidades para crear y trabajar. (Asamblea Constituyente, 2008)

Artículo	Mención
N°32	La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir (Asamblea Constituyente, 2008)
N°57 Numerales 8 y 12	Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad junto con Mantener, proteger y desarrollar los conocimientos colectivos; sus ciencias, tecnologías y saberes ancestrales; los recursos genéticos que contienen la diversidad biológica y la agrobiodiversidad; sus medicinas y prácticas de medicina tradicional, con inclusión del derecho a recuperar, promover y proteger los lugares rituales y sagrados, así como plantas, animales, minerales y ecosistemas dentro de sus territorios; y el conocimiento de los recursos y propiedades de la fauna y la flora. (Álvarez, 2015)
N°66 Numerales 2,15 y 27	<p>- El derecho a una vida digna, que asegure la salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo, empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad y otros servicios sociales necesarios. (GAIBOR y MARCIA, 2017)</p> <p>- El derecho a desarrollar actividades económicas, en forma individual o colectiva, conforme a los principios de solidaridad, responsabilidad social y ambiental. (GAIBOR y MARCIA, 2017)</p> <p>- El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)</p>
N°71	La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)

Artículo	Mención
N°72	La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)
N°73	El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)
N°74	Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)
N°406	El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los páramos, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos-costeros. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)
N°411	El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)

Artículo	Mención
N°415	El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías. (SÁNCHEZ y YALILE, 2013)

Nota. Adaptado de: (Asamblea Constituyente, 2008), Elaborado por: Cachago y Cóndor 2023

CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMIA Y DESCENTRALIZACION (COOTAD)

Tabla 43

Marco legal, CODIGO ORGANICO DE ORGANIZACIÓN TERRITORIAL AUTONOMIA Y DESCENTRALIZACION (COOTAD)

Artículo	Mención
N°4	<p>Fines de los gobiernos autónomos descentralizados. - Dentro de sus respectivas circunscripciones territoriales son fines de los gobiernos autónomos descentralizados:</p> <p>a) El desarrollo equitativo y solidario mediante el fortalecimiento del proceso de autonomías y descentralización; (PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010),</p> <p>b) a garantía, sin discriminación alguna y en los términos previstos en la Constitución de la República de la plena vigencia y el efectivo goce de los derechos individuales y colectivos constitucionales y de aquellos contemplados en</p>

Artículo	Mención
	<p>los instrumentos internacionales; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>c) El fortalecimiento de la unidad nacional en la diversidad; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>d) La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>e) La protección y promoción de la diversidad cultural y el respeto a sus espacios de generación e intercambio; la recuperación, preservación y desarrollo de la memoria social y el patrimonio cultural; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>f) La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias;</p> <p>g) El desarrollo planificado participativamente para transformar la realidad y el impulso de la economía popular y solidaria con el propósito de erradicar la pobreza, distribuir equitativamente los recursos y la riqueza, y alcanzar el buen vivir; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>h) La generación de condiciones que aseguren los derechos y principios reconocidos en la Constitución a través de la creación y funcionamiento de sistemas de protección integral de sus habitantes. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>i) Los demás establecidos en la Constitución y la ley.</p>
N°10	<p>Niveles de organización territorial. - El Estado ecuatoriano se organiza territorialmente en regiones, provincias, cantones y parroquias rurales. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>En el marco de esta organización territorial, por razones de conservación ambiental, étnico culturales o de población, podrán constituirse regímenes especiales de gobierno: distritos metropolitanos, circunscripciones territoriales de pueblos y nacionalidades indígenas, afroecuatorianas y montubias y el consejo de gobierno de la provincia de Galápagos. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p>

Artículo	Mención
N°32 literal b	<p>Competencias exclusivas del gobierno autónomo descentralizado regional. - Los gobiernos autónomos descentralizados regionales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de otras que se determinen; (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p> <p>b) Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuencas hidrográficas, de acuerdo con la ley. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p>
N°132	<p>Ejercicio de la competencia de gestión de cuencas hidrográficas.- La gestión del ordenamiento de cuencas hidrográficas que de acuerdo a la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados regionales, comprende la ejecución de políticas, normativa regional, la planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes, así como la ejecución subsidiaria y recurrente con los otros gobiernos autónomos descentralizados, de programas y proyectos, en coordinación con la autoridad única del agua en su circunscripción territorial, de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p>
N°136	<p>Ejercicio de las competencias de gestión ambiental.- De acuerdo con lo dispuesto en la Constitución, el ejercicio de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza a través de la gestión concurrente y subsidiaria de las competencias de este sector, con sujeción a las políticas, regulaciones técnicas y control de la autoridad ambiental nacional, de conformidad con lo dispuesto en la ley. (<i>PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010</i>),</p>

Nota. Tabla de marco legal. Adaptado de: (*PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, 2010*), *Elaborado por: Cachago y Cóndor 2023*

CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE

Tabla 44

Marco legal, CODIGO ORGANICO DEL AMBIENTE

Artículo	Mención
N°1	<p>Objeto. Este Código tiene por objeto garantizar el derecho de las personas a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como proteger los derechos de la naturaleza para la realización del buen vivir o sumak kawsay. (Ojeda y Enrique, 2022)</p> <p>Las disposiciones de este Código regularán los derechos, deberes y garantías ambientales contenidos en la Constitución, así como los instrumentos que fortalecen su ejercicio, los que deberán asegurar la sostenibilidad, conservación, protección y restauración del ambiente, sin perjuicio de lo que establezcan otras leyes sobre la materia que garanticen los mismos fines. (Ojeda y Enrique, 2022)</p>

Nota. Tabla de marco legal. Adaptado de: *Adaptado de:(Asamblea Nacional del Ecuador, 2017), Elaborado por: Cachago y Cóndor 2023*

4.12. Programa de desarrollo productivo

4.12.1. Justificación

Para potenciar sus recursos en beneficio socioeconómico y ambiental, se establecerán acciones previstas en el programa de desarrollo productivo para garantizar la seguridad alimentaria y la sostenibilidad económica de los habitantes de la microcuenca del Río San Pedro.

En las zonas de carácter agropecuario, se tratará mediante prácticas convencionales debilitando la resistencia natural de las plantas a enfermedades y plagas.

Y para la zona de aptitud turística en las parroquias de El Chaupi, Aloasi y Machachi se destacan por el complejo las áreas protegidas como el Boliche, Pasochoa, Illinizas, que se

encuentran presentes en la microcuenca, además que existen muchos paisajes que pueden ser repotenciados para llamar al turismo local y así aprovechar para elevar el ingreso familiar activando la economía en cada sector.

4.12.2. Objetivo General

- Crear proyectos que aseguren el uso correcto de los recursos naturales, donde se aporte a favor de la economía y el medio ambiente.

4.12.3. Objetivos Específicos

- Promover la agroecología mediante la implementación de agricultura orgánica para conseguir un modelo de producción sustentable.
- Consolidar una producción local con estrategias de ganadería sostenible que mejoren la calidad de vida.
- Fomentar el turismo ecológico a través del uso de sitios y áreas protegidas, fomentando prácticas amigables con el medio ambiente y creando nuevas oportunidades económicas y sociales.

4.12.4. Propuesta

Aprovechar la fuerza del suelo y las condiciones atmosféricas para obtener buenos resultados en la producción agrícola, mejorando la calidad de los productos, siendo estos más orgánicos e integrando grupos que contribuyan a mejorar la nutrición, empleando sistemas de producción agroecológica diseñados en beneficio de los recursos naturales como son el suelo, el agua y su biodiversidad.

De la información recolectada por el Plan de ordenamiento territorial (PDOT) del cantón Mejía, se sabe que las principales actividades son la agricultura y la ganadería, encontrando productos como carne, leche y sus derivados. Mientras que en la agricultura se tienen hortalizas, legumbres, tubérculos entre otros por lo que el enfoque es tener una actividad sostenible que sea regulada y que permita tener una conservación del suelo.

Otro punto potencialmente atractivo es el turismo y aprovechando que en la microcuenca están presentes áreas protegidas las mismas ayudan a incentivar al turismo local, además que la zona cuenta con parajes que deben ser intervenidos ya que muchos de estos están rodeados de basura, escombros, debido a que en la población no se han realizado una concientización para mantener adecuadamente estos espacios.

4.12.5. Proyectos

Fortalecimiento de la agricultura orgánica implementado practicas agroecológicas, una alternativa sería la de utilizar un sistema de cultivo como alimento animal donde se reutilizaría el estiércol animal que es rico en nutrientes y energía para los microorganismos de la tierra.

Desarrollo de sistemas combinados tanto de especies forestales o frutales, implementando cercas vivas, árboles y arbustos dispersos en potreros, esto permitiendo que los agricultores locales tengan una responsabilidad directa con el medio ambiente que lo rodea.

Fortalecimiento a las zonas turísticas dentro de la microcuenca, apoyando en la intervención de áreas que han sido descuidadas, maltratadas. Además de la repotenciación de las áreas protegidas que son muy llamativas para el turismo local, donde se fomenta el senderismo, camping, ciclo rutas y actividades que sean amigables con el ambiente.

4.13. Programa de conservación y recuperación de los recursos naturales

4.13.1. Justificación

En la microcuenca del Río San Pedro se debe establecer mecanismos de control agrícola ya que en el sector existe en su mayoría haciendas productoras de leche debido a que el aumento de la demanda de dichos productos y la gentrificación de las ciudades aledañas a la cuenca las especies endémicas ha ido disminuyendo y la expansión de la frontera productora agrícola toma más territorio.

La implementación de especies nativas para la recuperación de quebradas contribuirá en la mejora de la calidad de las vertientes y el suelo garantizando el aporte hídrico de la microcuenca y la dotación para todos los beneficiarios de la cuenca.

4.13.2. Objetivo General

- Conservar y rescatar los recursos naturales con el fin de evitar la destrucción del medio ambiente mediante la reforestación con especies endémicas.

4.13.3. Objetivos Específicos

- Establecer mesas de trabajo entre las comunidades para integrar el desarrollo agrícola y productivo de cada uno de los sectores beneficiarios de la cuenca.
- Proponer medidas de mitigación y protección de la cueca involucrando a la población y a las instituciones de control y gobiernos autónomos.

4.13.4. Propuesta

Para la recuperación de la cuenca hidrográfica se debe integrar organismos gubernamentales y representantes de los territorios con el fin de que exista una ejecución oportuna a la vez tener una cooperación entre comunidades y las entidades de control por lo que se pueden satisfacer las necesidades de cada una de las comunidades beneficiarias.

Los procesos productivos contribuyen al desarrollo de grandes y pequeños productores a la vez que se puede integrar prácticas agroecológicas y de conservación de los cuerpos hídricos que se derivan de la microcuenca promoviendo la protección y la recuperación de espacios deteriorados.

En consecuencia, de estas propuestas se debe construir un medio sostenible llegando a un equilibrio de las actividades agrícolas y de protección del ecosistema que contiene la microcuenca a la vez garantizar la dotación del recurso hídrico en cada una de las comunidades beneficiarias a la vez proponer mecanismos de regulación de uso de agentes contaminantes tales como el plástico de un solo uso ya que este producto es predominante en la contaminación de las cuencas hidrográficas.

4.13.5. Proyectos

- Estudio de factibilidad para la reforestación de la cuenca con especies endémicas en el sector de El Chaupi.
- Implementación de medidas de protección del recurso hídrico de la cuenca en el sector de Aloasí.
- Implementación de políticas de protección de la cuenca y manejo de residuos sólidos.

4.14. Programa de desarrollo comunitario

4.14.1. Justificación

En la microcuenca del río San Pedro se ha determinado que se puede realizar capacitaciones, charlas e intervenciones, esto debido a que para el sector se ha notado que existe una falta de educación en las zonas donde se realizan las actividades de agricultura y ganadería, fomentando un deterioro a lo largo de la microcuenca, ya que no se realiza un adecuado manejo de los residuos generados por estas actividades, además que los pobladores no tienen establecido una conciencia ambiental y arrojan todo tipo de desechos a las vertientes que se encuentran presentes.

4.14.2. Objetivo General

- Promover procesos de organización en la comunidad creando técnicas que permitan la autogestión en la microcuenca del río San Pedro.

4.14.3. Objetivos Específicos

- Formar asociaciones de índole comunitario fomentando proyectos participativos con el fin de mejorar el buen vivir en la zona de estudio.
- Establecer mecanismos que permitan el desarrollo de las capacidades productivas involucrando a la comunidad y la participación de las entidades competentes para regular las actividades de la zona fortaleciendo políticas sobre el patrimonio cultural.

4.14.4. Propuesta

Para que las comunidades tengan un desarrollo equitativo se debe realizar acercamientos por parte de las entidades gubernamentales mediante mesas de dialogo con el fin de que las necesidades de cada una de las familias sean solventadas mediante mecanismos de donaciones o facilitación de insumos agrícolas.

El acceso al recurso agua debe ser equitativo entre todos los beneficiarios de la cuenca por lo que se debe realizar un estudio hídrico para la dotación a cada uno de las familias que se encuentran dentro del área de influencia de la cuenca hidrográfica.

El acceso a la educación es primordial para el desarrollo de las comunidades ya que se genera más oportunidades de empleo y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de cada uno de las comunidades.

La implementación del turismo comunitario genera una reactivación económica a nivel comunitario brindando productos y servicios tradicionales de la zona generando un impacto positivo como el mejoramiento de infraestructura y el acceso a lugares turísticos.

4.14.5. Proyectos

- Implementación de campañas de salud preventiva familiar mediante alianzas con el ministerio de salud pública.
- Implementación de canales turísticos comunitarios en conjunto con el GAD parroquial.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La microcuenca del Río San Pedro presenta una forma oval – oblonga que tiende a ser larga con una baja susceptibilidad a inundaciones, esto debido a las vertientes aledañas a la cuenca desembocan en el cauce principal del Río San Pedro, esta al ser una cuenca pequeña contiene a las parroquias de El Chaupi, Aloasi y Machachi que son parte del cantón Mejía.
- El análisis exhaustivo de suelos y aguas realizado en la microcuenca del Río San Pedro nos ha permitido conocer el estado actual de la cuenca y comprender las causas de la contaminación que presenta. Los resultados obtenidos, basados tanto en los análisis de las muestras como en la literatura existente, indican que la carga orgánica en la cuenca es considerablemente alta, lo que la hace no apta para consumo humano directo. Sin embargo, es importante destacar que, a través de un tratamiento adecuado, el agua puede llegar a ser potable y utilizada para fines agrícolas e industriales. En conclusión, los resultados del análisis de la microcuenca del Río San Pedro reflejan la necesidad de implementar medidas adecuadas para el tratamiento del agua y suelo en la zona, con el fin de proteger la salud pública y mejorar la calidad de vida de las comunidades locales.
- La tabulación de las encuestas realizadas nos ha permitido comprender la percepción de la población acerca del estado actual de la microcuenca del Río San Pedro. Los resultados son notorios: la mayoría de los encuestados considera que la microcuenca no está en buen estado. Además, la población percibe que las autoridades del Cantón Mejía no han tomado medidas efectivas para solucionar los problemas que afectan a la cuenca del Río

San Pedro. La falta de campañas de reforestación y el manejo inadecuado de la basura hacen que todos los desechos terminen en los alrededores de la cuenca, agravando aún más la situación. En resumen, la percepción de la población refleja una preocupación legítima sobre el estado de la microcuenca del Río San Pedro y la falta de acciones efectivas por parte de las autoridades competentes para remediar la situación. Es importante tomar medidas inmediatas y efectivas para preservar la cuenca del Río San Pedro y asegurar su protección a largo plazo.

- En consecuencia, proponemos elaborar un plan integral de manejo que incluya diferentes proyectos adaptados a las necesidades de la zona, siendo la agroecología el eje fundamental que permita recuperar el área. Además, se podría fomentar el turismo en las zonas donde los visitantes puedan entender el entorno natural y unirse a los proyectos propuestos por las autoridades, que tienen como objetivo el bienestar de la comunidad.

5.2. Recomendaciones

- Para obtener un análisis más preciso del índice de calidad del agua, es importante llevar a cabo muestreos periódicos en diferentes momentos. Esto nos permitirá comparar los datos obtenidos con los estudios previos y el plan de manejo territorial del sector, obteniendo resultados más precisos y realistas.
- Ayudar a fomentar iniciativas de sensibilización y formación en cuestiones ambientales que incluyan a los residentes, con el propósito de que el proyecto de gestión ambiental sea colaborativo e integrador.
- Llevar a cabo campañas de difusión en los medios de comunicación sobre la implementación de los planes de gestión ambiental, con el objetivo de despertar el interés

de los habitantes de la zona para que participen activamente en las actividades que les interesen.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, S. (2019). Propuesta de manejo integral de la subcuenca hidrográfica del río Tarqui, provincia del Azuay. 1–172. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17305/1/UPS-CT008251.pdf>
- Ambiente, ministerio del. (2015). plan de reparación integral. In *Atm, T., Aire, A., y Clima, S.* (n.d.). Factores abióticos.
- ECOLOGIAHOY. (2011). Factores bióticos. 2011, 2–3. <http://www.ecologiahooy.com/factores-bioticos>
- FONAG, y GW. (2018). Planes de acción para la protección integrada de los recursos hídricos de las áreas de interés hídrico: Alto Pita, y las microcuencas que nacen en la cordillera oriental que se constituyen como fuentes de agua para el DMQ y las poblaciones principales d. 1–89.
- Helena Cotler Ávalos, Adalberto Galindo Alcántar, Ignacio Daniel González Mora, R. F. P. L. y E. R. P. (n.d.). cuencas hidrográficas fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión.
- Issn, O. (2019). Revista de Ciencias Ambientales Experiencias y contribuciones del CATIE al América tropical. 1–12.
- Issn, O. (2021). Investigación bibliotecológica Artículos Factores culturales, económicos y sociales de la preservación documental digital preservación. 1–21.
- Mirassou, S., y Bertranou, A. (2009). Aportes a un desarrollo conceptual para la gobernabilidad del agua. FLACSO Sede Académica Argentina, Doctorate, 256.

<http://flacsoandes.org/dspace/handle/10469/1365>

Pemula, P. D. (2017). RESUMEN DEL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN INTEGRADA E INTEGRAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS y DE LAS CUENCAS y MICROCUENCAS HIDROGRÁFICAS DE ECUAD. 110265, 110493.

World Vision. (2004). Manual de manejo de cuencas. San Salvador, SV, 107

Álvarez, V. J. J. (2015). *REVISTA DE DERECHO, EMPRESA Y SOCIEDAD (REDS) - PDF Free Download*. <https://docplayer.es/83310566-Revista-de-derecho-empresa-y-sociedad-reds.html>

Andrian, A. (2018). *Foto 22382148, (c) andrrsonandrian, todos los derechos reservados · iNaturalist Ecuador*. <https://ecuador.inaturalist.org/photos/22382148>

Araujo Torres, C. A. (2018). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS CARRERA DE TURISMO ECOLÓGICO - PDF Free Download*. <https://docplayer.es/96491668-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ciencias-agricolas-carrera-de-turismo-ecologico.html>

Asamblea Constituyente. (2008). *CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008. Toegepaste Taalwetenschap in Artikelen, 40, 169–175*. <https://doi.org/10.1075/ttwia.40.16bee>

Asamblea Nacional del Ecuador. (2017). *Codigo Orgánico Del Ambiente. Registro Oficial Suplemento 983, 1–92*. <http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/ANEXOS/PR>

OCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf

Ávalos, H. C., Alcántar, Galindo, A., Mora, I. D. G., López, R. F. P., y Patrón, E. R. (2013).

CUENCAS HIDROGRÁFICAS. FUNDAMENTOS Y PERSPECTIVAS PARA SU MANEJO Y GESTION. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Belastegui, V. B., y Quishpe, V. (2013). *Propuesta de un Plan de Manejo de la microcuenca del*

Río Cutuchi. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/5754/T-PUCE-5909.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

Borrero García, C., y Husserl, J. (2016). *Metodología para determinación del índice de calidad del agua a partir de parámetros fáciles de medir en campo*. 20.

Bravo. (2009). *Plan de Manejo Estratégico e Integral de la Microcuenca Minas (Criollo y Palacios, 2007), e implementarlo*.

https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/2197/3/UTPL_Bravo_Jaramillo_Andrea_Fernanda_1030692.pdf

Bravo. (2019). *Propuesta de manejo integral para la microcuenca hidrográfica del río Burgay bajo, provincia del Cañar*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17934>

Braz, A. M., García, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., y de Oliveira, I. J. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 29(1), 69–85. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>

Brito, G. L. (2023). *Introducción a los Conceptos de Manejo Integrado de Zonas Costeras y*

Cuencas Hidrográficas Msc. Lorenzo Brito Galloso - ppt descargar.

<https://slideplayer.es/slide/36471/>

Buenas Tareas. (2012). *Zonificación Ecológico-Económica - Trabajos de investigación - 922*

Palabras. <https://www.buenastareas.com/ensayos/Zonificación-Ecológico-Económica/5685258.html>

CEPAL. (2013). *GUIA ANALISIS Y ZONIFICACION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL.* In *Red Madrileña de Lucha contra la Pobreza y la Exclusión Social EAPN.*

Cordero, D. I. (2013). *Evaluación de la Cuenca del río Puate, estrategias y líneas de acción para superarlas.* 151. [http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3358/1/TESIS .pdf](http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/3358/1/TESIS.pdf)

Crespo, J. (2015, July 3). *Puercoespín andino desde Bosque Protector La Perla, Ecuador .*
<https://ecuador.inaturalist.org/observations/29508932>

CVC, y POMCA, C. Q. (2017). *CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO DE LA CUENCA DEL RÍO LA VIEJA.*
Caracterización De La Cuenca, 7, 32.

[https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La Vieja - POMCA en Ajuste/Fase Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/Planes_y_Programas/Planes_de_Ordenacion_y_Manejo_de_Cuencas_Hidrografica/La_Vieja_-_POMCA_en_Ajuste/Fase_Diagnostico/7_CapituloI_Diagnostico_Morfometria.pdf)

Delgado, J. F. R. (2015). *“PATRIMONIO CULTURAL INMATERIAL DEL PUEBLO CARANQUI PARA EL DESARROLLO TURÍSTICO DE LA PARROQUIA RURAL LA*

ESPERANZA, CANTÓN IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA”.

[http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5460/1/02 TUR 016 TRABAJO DE GRADO.pdf](http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5460/1/02_TUR_016_TRABAJO_DE_GRADO.pdf)

Dirección de Ambiente, S. y, Cambio Climático, y M.I. Municipalidad de Guayaquil. (2021).

Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre del proyecto de almacenamiento y comercialización de combustibles de la Estación de Servicio NEXUS. [https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Participacion Social/2021 ESIA EDS NEXUS PRIMAX.pdf](https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Participacion_Social/2021_ESIA_EDS_NEXUS_PRIMAX.pdf)

Dušan M, B. (2019a). *Álbumes de Spizaetus isidori.* [https://bioweb.bio/galeria/Foto/Spizaetus isidori/General/514464](https://bioweb.bio/galeria/Foto/Spizaetus_isidori/General/514464)

Dušan M, B. (2019b). *Galería Bioweb Ecuador.* [https://bioweb.bio/galeria/Foto/Odontophorus melanonotus/General/514278](https://bioweb.bio/galeria/Foto/Odontophorus_melanonotus/General/514278)

E.S.P, A. y A. de P. (2022). *¡Llevamos vida a tu vida!* <https://aapsa.com.co/>

ECHEVERRÍA, O. A. (2017). *ANÁLISIS DE CAMBIO DE COBERTURA DEL SUELO, EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PENSATIVO, SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA.*

https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11489/Análisis_de_cambio_de_cobertura_del_suelo_en_la_subcuenca.pdf?isAllowed=y&sequence=1

El Diario Ecuador. (2017). *La guanta, cada vez más escasa* | . <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/421847-la-guanta-cada-vez-mas-escasa/>

FAO, (ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA

- AGRICULTURA). (2014). *Experiencias De Manejo Y GESTIÓN DE CUENCAS EN EL ECUADOR*. www.fao.org/publications
- Fermani, E. (n.d.). *European cranberry - Vaccinium oxycoccos Var. Oblongifolium Michx.* - Il Sentiero S.a.s. Retrieved February 22, 2023, from <http://www.ilsentierosas.it/en/prodotti/vaccinium-oxycoccos-var-oblongifolium-michx/>
- Flanagan, J. (2019). *Foto 51769201, (c) Jeremy Flanagan, algunos derechos reservados (CC BY-NC), subido por Jeremy Flanagan · iNaturalist Ecuador*. <https://ecuador.inaturalist.org/photos/51769201>
- Flores, G. (2019, November 23). *Como se delimita una cuenca hidrografica? – La Respuesta.com*. <https://la-respuesta.com/blog/como-se-delimita-una-cuenca-hidrografica/>
- GAD-Pujili, G. A. D. P. R. de P. – P. – C. (2015, October 24). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de nuestra Parroquia PILALO*. https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0560018160001_DIAGNOSTICO_D_24-10-2015_10-09-28.pdf
- GAD, M. (2015). *Plan de desarrollo estratégico y ordenamiento territorial*. 4(1), 88–100.
- GAD Municipal del Cantón Mejía. (2020). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Mejía 2019-2023. *GAD Municipal Del Cantón Mejía*, 554. <https://municipiodemejia.gob.ec/assets/PDOT.pdf>
- GAIBOR, G., y MARCIA, M. (2017). *ESTRATEGIAS PARA MEJORAR LOS PROCESOS DE EXPORTACIÓN EN LOS PUERTOS DE MANTA Y GUAYAQUIL DE LA EMPRESA*

MANACAO S.A, *EL CARMEN-MANABÍ, EN EL PERIODO 2017.*

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11876/1/52T00460.pdf>

Gómez, W. (2018). *¿Dónde vive el puma? - Hábitat y distribución.*

<https://www.expertoanimal.com/donde-vive-el-puma-20820.html>

Gutiérrez, H. J. E. (2013, July 30). *Manejo integral de cuencas, imprescindible para la gestión territorial.* https://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_459.html

Guzmán, C. (2018, April 8). *Bellas Aves de El Salvador: Buteogallus - Harpyhaliaetus - solitarius (aguila solitaria) Visitante No Migratorio.*

<http://bellasavesdeelsalvador.blogspot.com/2018/04/buteogallus-harpyhaliaetus-solitarius.html>

Kay, A. (2018). *Foto 47369341.* <https://ecuador.inaturalist.org/photos/47369341>

Kingue, A. S. (2021). *Río San Pedro Ecuador.* <https://www.kingue-edu.org/rio-san-pedro>

López, A. C. (2015). *Foto 2638127, (c) Carmelo López Abad, algunos derechos reservados (CC BY-NC), subido por Carmelo López Abad · iNaturalist Ecuador.*

<https://ecuador.inaturalist.org/photos/2638127>

Maciej Serda, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqw, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, ...

ح. ف. اطمى (2013). Flor de la Margarita. *Uniwersytet Śląski*, 7(1), 343–354.

<https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>

MENDOZA, G. A. (2019). *Propuesta de Gestión Técnico Ambiental del sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la ASADA de Buena Vista. Cantón de Liberia Guanacaste para el Año 2020*. [https://recursosbiblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/Repositorio Tesis ICAP/TGAD Gestión Ambiental y Desarrollo Local/2019 TGAD/TGAD 002-2019 Mendoza García, Armando.pdf](https://recursosbiblioteca.icap.ac.cr/BLIVI/Repositorio%20Tesis%20ICAP/TGAD%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Desarrollo%20Local/2019%20TGAD/TGAD%20002-2019%20Mendoza%20Garc%C3%ADa,%20Armando.pdf)

Millàn, A. J. (2020, August 14). *GUÍA CIUDADANA PARA PROTECCIÓN DEL RECURSO HÍDRICO by PRIGA_UNA - Issuu*. https://issuu.com/jmillan/docs/guia_recursos_hidricos_08-20

Ministerio de Defensa Nacional, Instituto Espacial Ecuatoriano, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Sistema de Información Geográfica y del Agro, y Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). Memoria Técnica Cantón La Libertad. Proyecto: “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000”. Componente 5: Socioeconómico y Cultural. *DocPlayer*, 53(9), 1689–1699.

Ministerio del Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2015). Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados. *Registro Oficial Edición Especial 2 de 31 Marzo 2003*, 341–370. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>

Mosquera, G. F., Trujillo, F., Velandia-Barragán, C., Moná, S. Y., Fundación Omacha, y García, J. (2018). *Plan de manejo para la conservación de la Nutria Neotropical (Lontra longicaudis) en la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca - CAR*. <https://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/36220/plan-final->

webv.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Moura, V., De Simone Borma, L., y De Souza Muler, R. dos A. (2017). *Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA* .

[http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/45327/RevGeografica59-2
completa.pdf?isAllowed=y&sequence=1](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/45327/RevGeografica59-2_completa.pdf?isAllowed=y&sequence=1)

NaturalistEc. (2012). *Paloma Perdiz Áurea (Geotrygon chrysia)* · *iNaturalist Ecuador*.

<https://ecuador.inaturalist.org/taxa/3499-Geotrygon-chrysia>

Ojeda, A., y Enrique, W. (2022). *Estudio para la Regularización de las actividades de Operación, Mantenimiento y comercialización de la Fábrica de Balanceados BALSUR, ubicado en el Cantón Cañar.*

http://www.gobiernodelcanar.gob.ec/public_html/docs/eia_balsur.pdf

Ordóñez, J. (2011). ¿ Qué Es Cuenca Hidrológica ? *Sociedad Geológica de Lima, 1*, 1–44.

http://www.gwp.org/Global/GWP-SAm_Files/Publicaciones/Varios/Cuenca_hidrologica.pdf

Ordoñez, J. J., y SENAMHI. (2011). “*Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral del Recurso Hídrico*” *¿QUÉ ES CUENCA HIDRÓLOGICA?*

[https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-
sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf)

Ortiz, A. F. (2018). *Tesis fredy 23*. <https://www.slideshare.net/mikaela05/tesis-fredy-23>

Otárola, F. J., y Negri, L. B. (2019). *Experiencias y contribuciones del CATIE al manejo y gestión de cuencas hidrográficas en América tropical.*

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S2215-38962019000100153&script=sci_arttext

Pilalumbo, A. J. J. (2020). “ESTUDIO DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO SAN PEDRO, UBICADO PORTADA DENTRO DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO EN EL PERÍODO 2013-2019.” In *Universidad técnica de cotopaxi* (Vol. 1).

PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR. (2010). Código Orgánico Organización Territorial Autonomía Descentralización COOTAD. *Registro Oficial Suplemento 303 de 19-Oct-2010*, 2, 174. http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Pulupa, M. (2016). *Subsecretaría de gestion cultural*.

Rivas, R. D. C., y Moreno, R. M. Á. (2019). Delimitación hidrográfica y caracterización morfométrica de la cuenca del Río Metica. *Carbohydrate Polymers*, 6(1), 5–10.

Rojo, J. (n.d.). *MORFOMETRIA DE CUENCAS*.

Ruiz de Angulo, J. (2013, July 24). *Cómo cultivar apio en el huerto - Agromática*.

<https://www.agromaticas.es/cultivo-del-apio/>

Sánchez-Mercado, A., Ferrer-Paris, J. R., García-Rangel, S., Yerena, E., Robertson, B. A., y Rodríguez-Clark, K. M. (2014). Combining threat and occurrence models to predict potential ecological traps for Andean bears in the Cordillera de Mérida, Venezuela. *Animal Conservation*, 17(4), 388–398. <https://doi.org/10.1111/acv.12106>

SÁNCHEZ, S., y YALILE, P. (2013). “ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DELCENTRO ETNO - CULTURAL TURÍSTICO COMUNITARIO BOMBÓDROMO, UBICADO EN LA PARROQUIA SANTA CATALINA DE SALINAS,

CANTÓN SAN MIGUEL DE IBARRA, PROVINCIA DE IMBABURA.”

<https://idoc.pub/documents/ejemplo-de-estudio-ambientaldocx-x4e6v1x1rmn3>

Satelier, D. (2017). *Gato del Pajonal (Leopardus colocolo) | Felinos De Argentina.*

<https://felinosdeargentina.com.ar/los-felinos/gato-del-pajonal/>

Seitre, R. (2013). *Stock photo of Branick's Giant Rat (Dinomys branickii), native to South America. Available for sale on www.naturepl.com.* <https://www.naturepl.com/stock-photo-branick-s-giant-rat-nature-image00518335.html>

Silva, M. (2016). *Cultivo de tomate: conoce cómo se realiza, sus plagas y manejo.*

<https://agrotendencia.tv/agropedia/cultivos/hortalizas/el-cultivo-de-tomate/>

Tucci, C. E. . (2009). *PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO GUAYLLABAMBA. BID Banco Interamericano de Desarrollo Económico y FONAG Fondo Para La Protección Del Agua.,*

<http://www.fonag.org.ec/aguafondo/pmrhg050110.pdf>.

<http://www.fonag.org.ec/aguafondo/pmrhg050110.pdf>

TULSMA libro VI, A. (2015). *Norma De Calidad Ambiental Y De Descarga De Efluentes. In Registro Oficial No. 387 (Issue 097, p. 407).*

<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>

Umaña, P. E. (2012). *Territorialidad Y Densidad Institucional, Cuenca Del Río Aranjuez, Puntarenas, Costa Rica.* www.flacsoandes.edu.ec

Uvillus, A. E. D. (2020). *“ELABORACIÓN DE UNA GUÍA DE SEGUIMIENTO Y CONTROL*

AMBIENTAL DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL CANTÓN MEJÍA PROVINCIA DE PICHINCHA.”

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6673/1/PC-000860.pdf>

Vallejo, A. F. y C.-B. (2022). *Leopardus tigrinus*.

<https://bioweb.bio/faunaweb/mammaliaweb/FichaEspecie/Leopardus tigrinus>

Vasconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., y Ortiz, L. (2019). *CUENCAS*

HIDROGRÁFICAS. <https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>

Zhao, J., Tang, S., Zhou, X., Dong, W., Zhang, S., y Huang, C. (2019). Determination of chemical composition, energy content, and amino acid digestibility in different wheat cultivars fed to growing pigs. *Journal of Animal Science*, 97(2), 714–726.

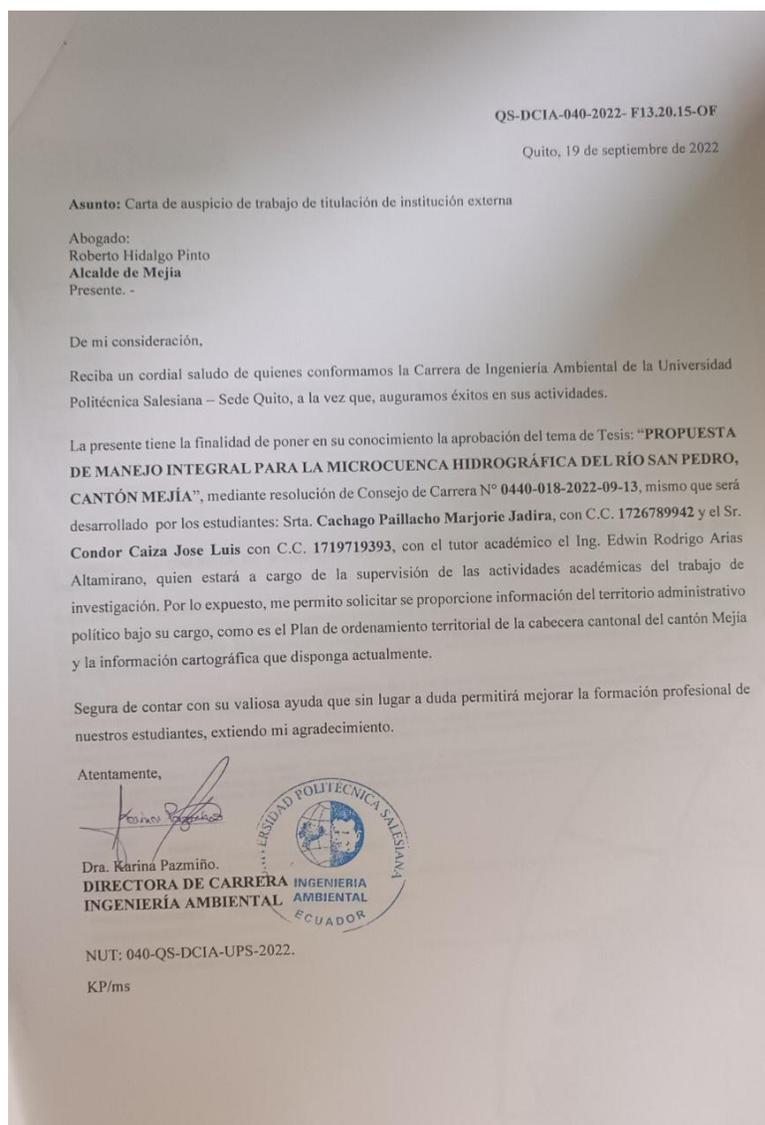
<https://doi.org/10.1093/JAS/SKY431>

7. ANEXOS

7.1. Documentación respaldo

Anexo 1

Carta de auspicio de trabajo de titulación de institución externa.

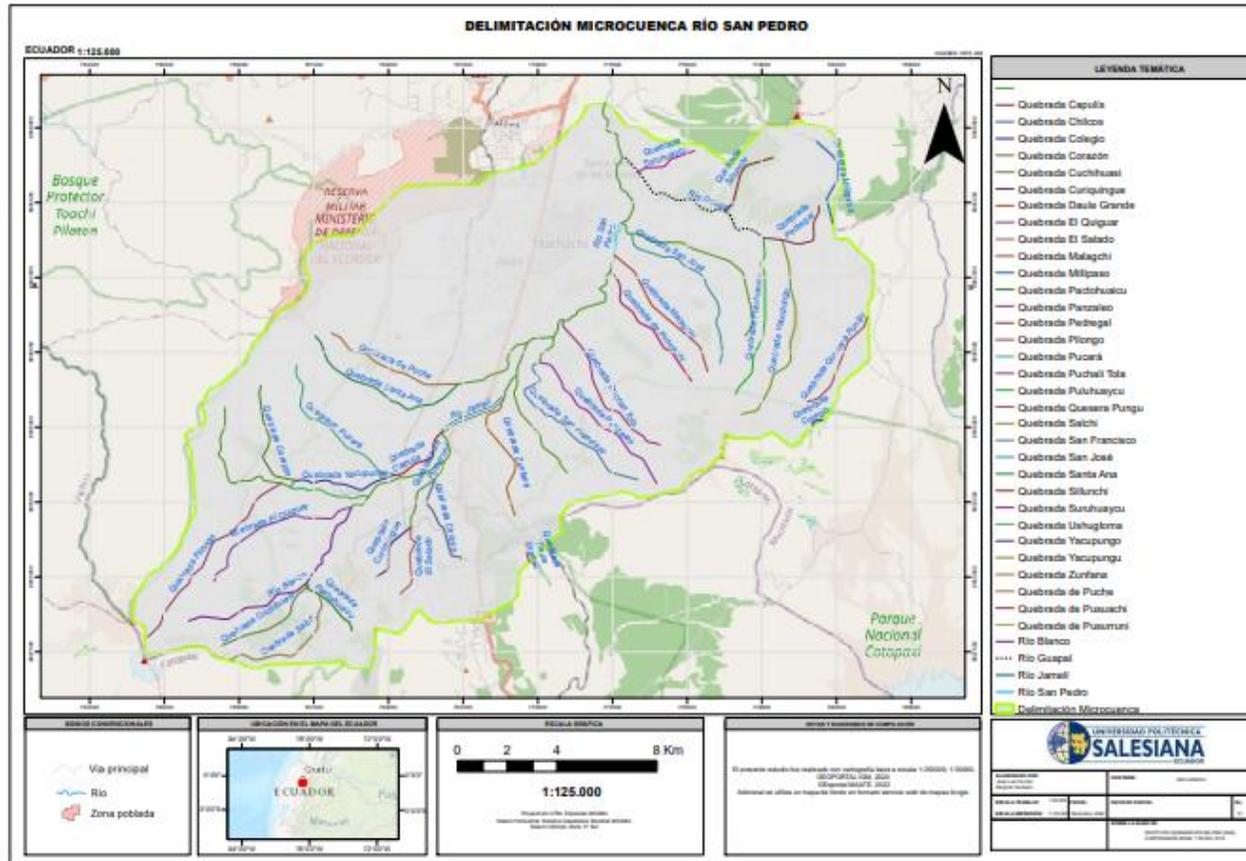


Nota. Carta de auspicio de trabajo de titulación de institución externa Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

7.2. Mapas de ArcGIS

Anexo 2

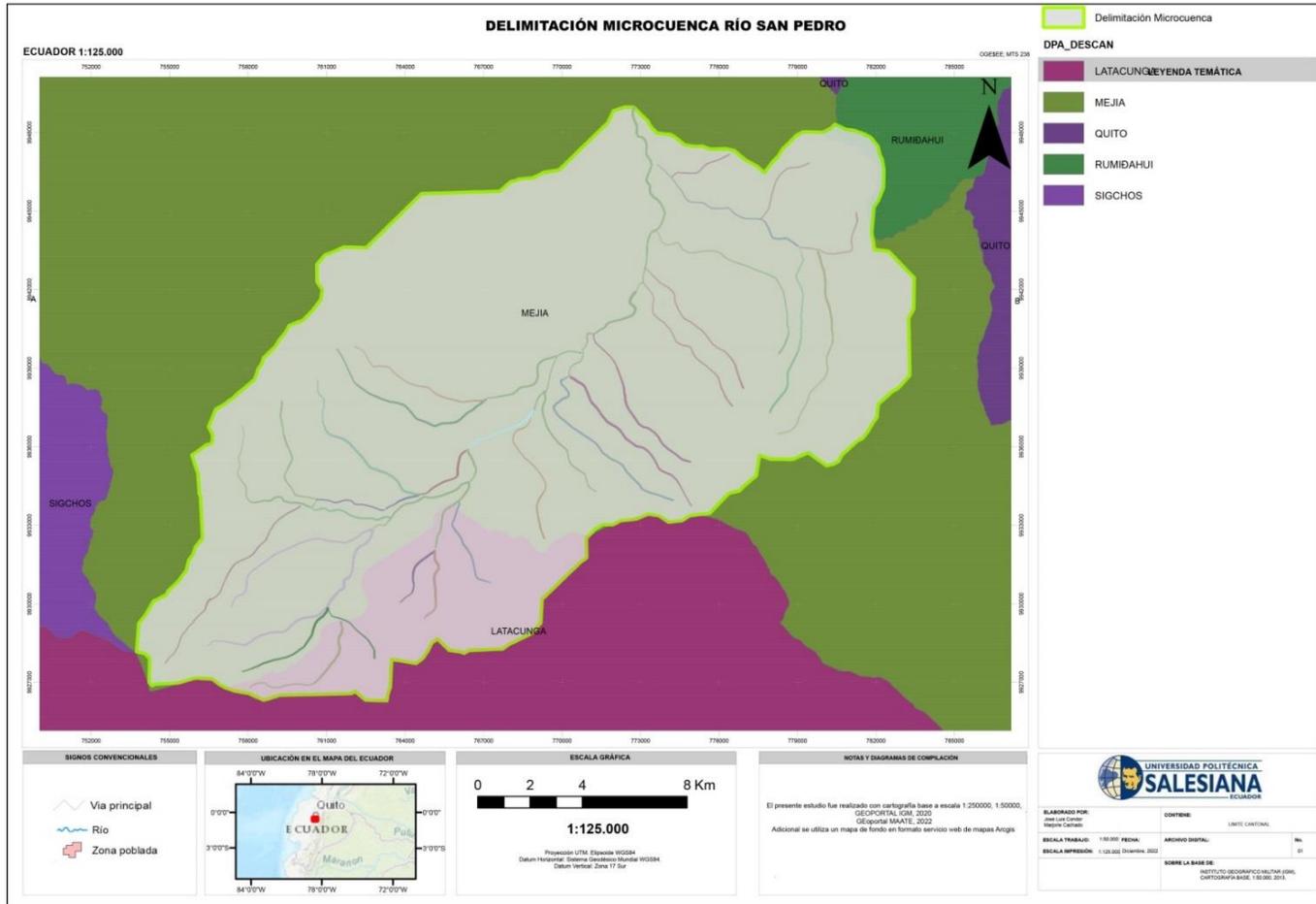
RED HÍDRIC



Nota. Mapa red hídrica. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 3

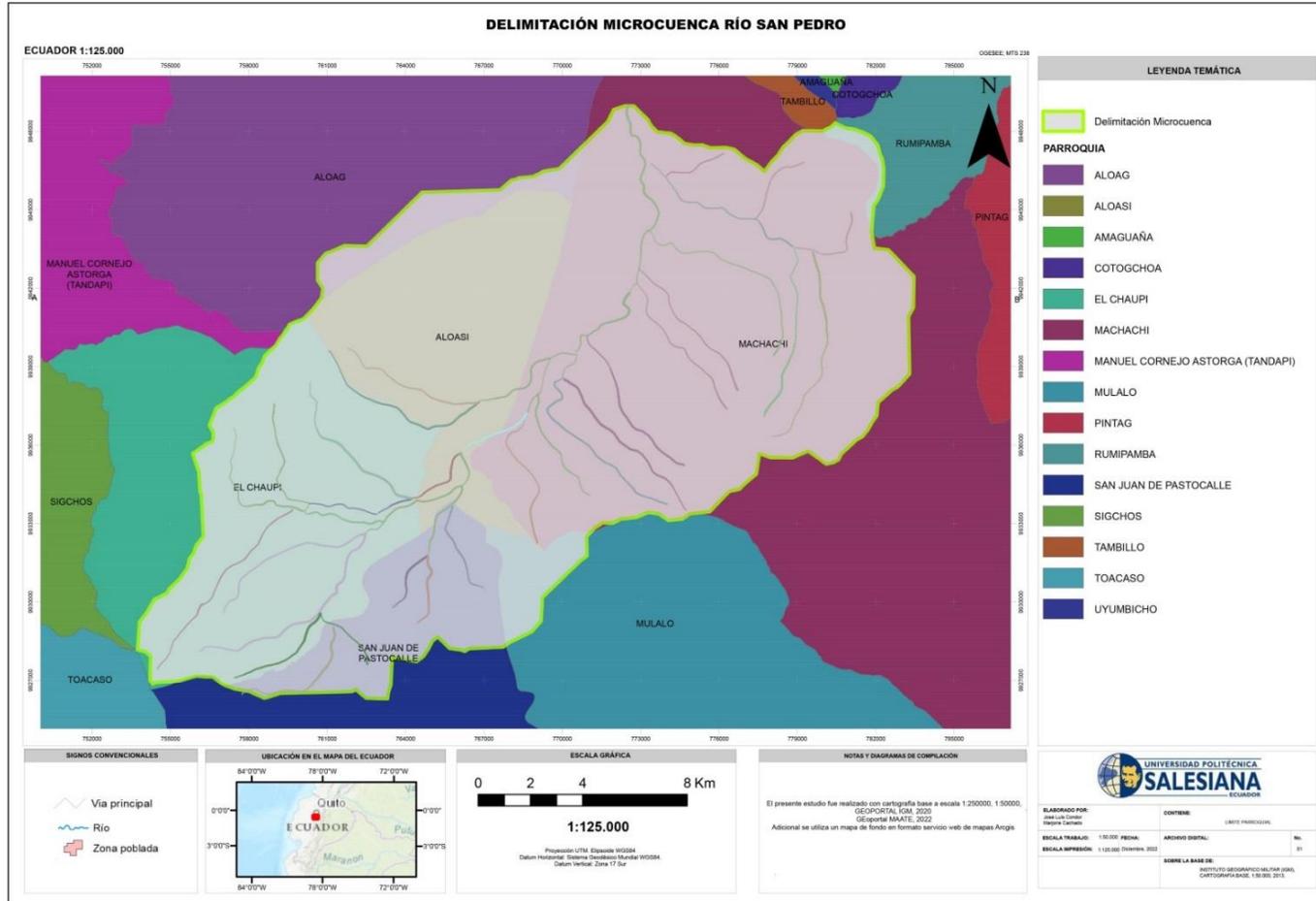
LIMITE CANTONAL



Nota. Mapa limite cantonal. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 4

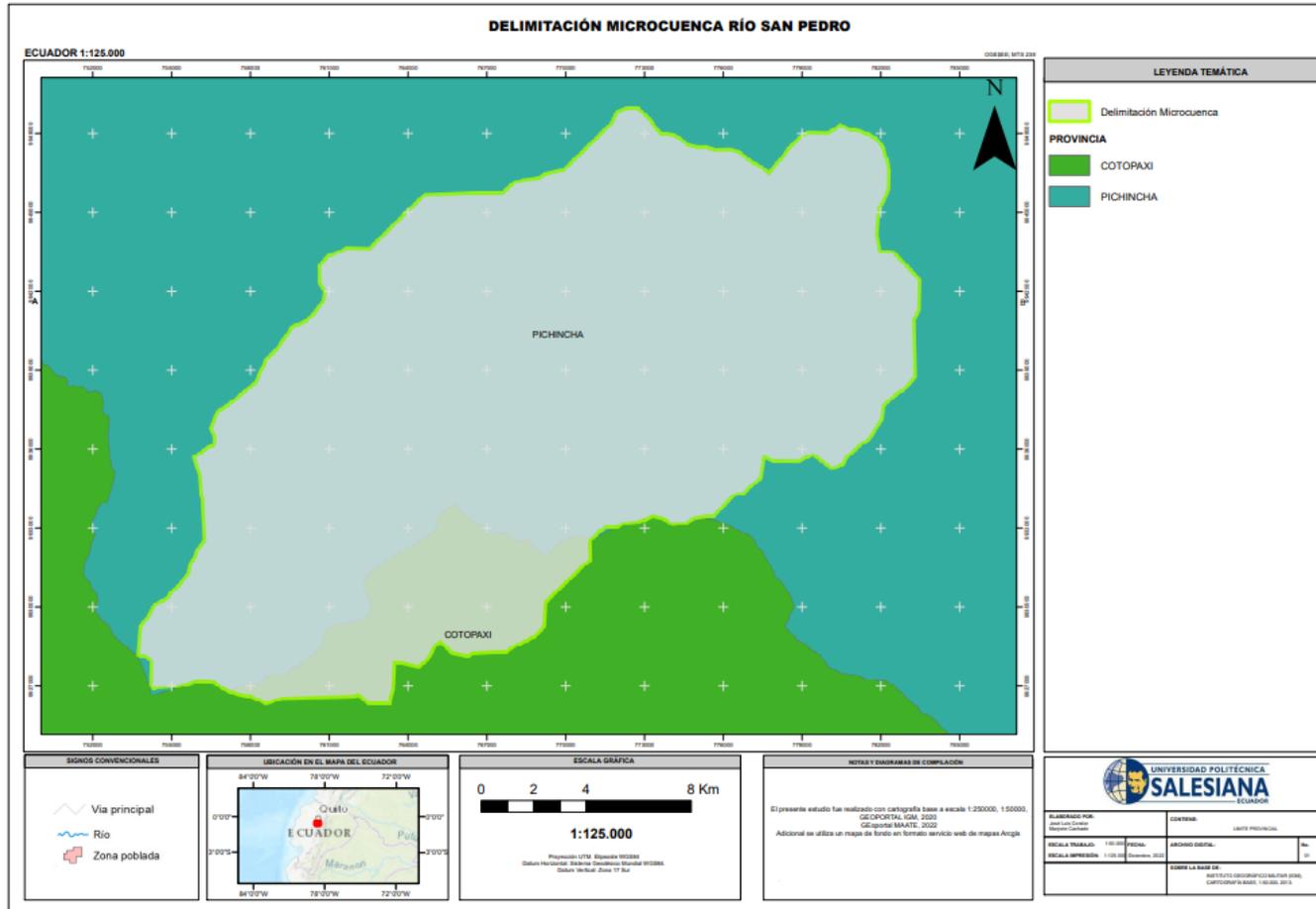
LÌMITE PARROQUIAL



Nota. Mapa limite parroquial. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 5

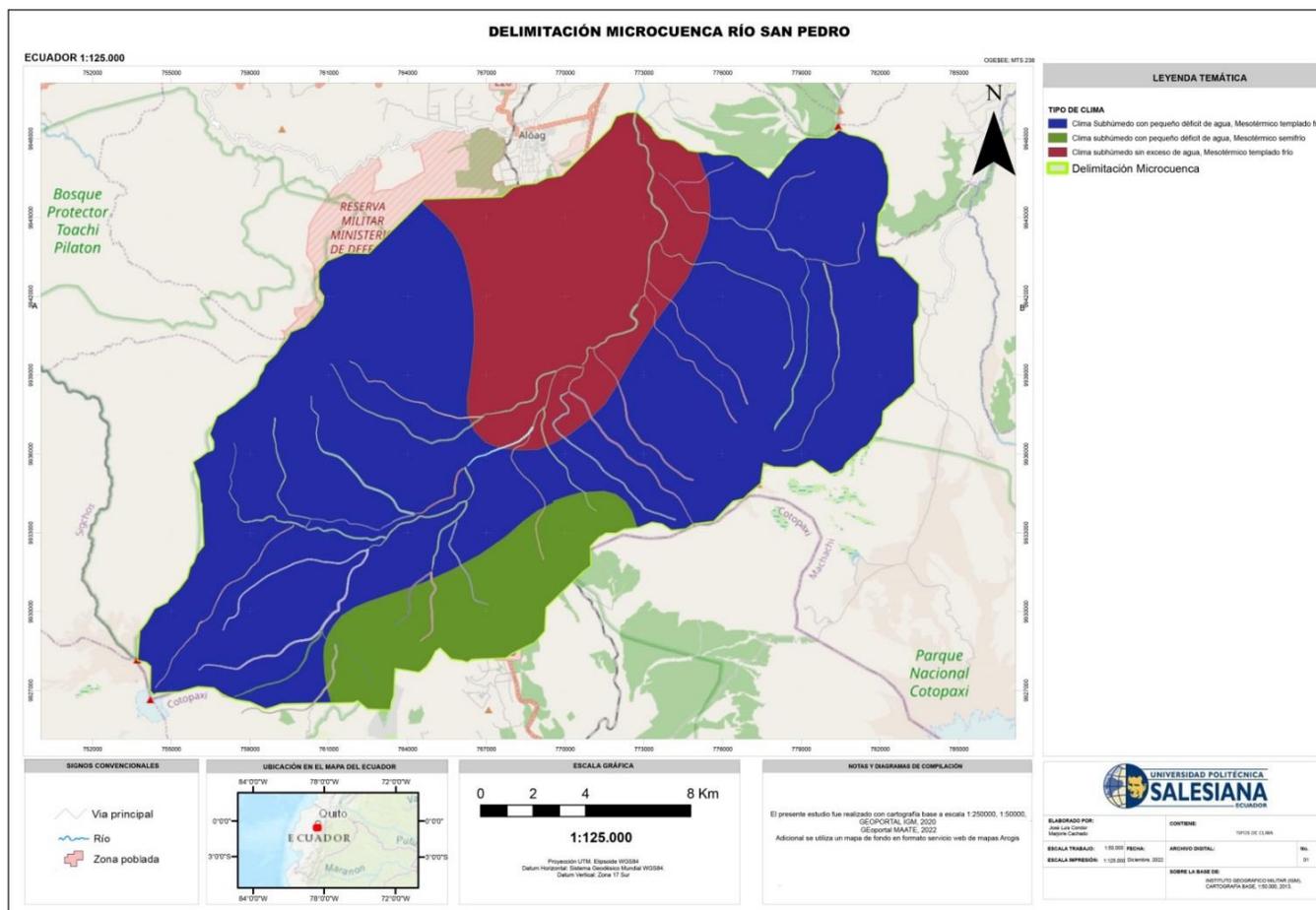
LÌMITE PROVINCIAL



Nota. Mapa límite provincial. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 6

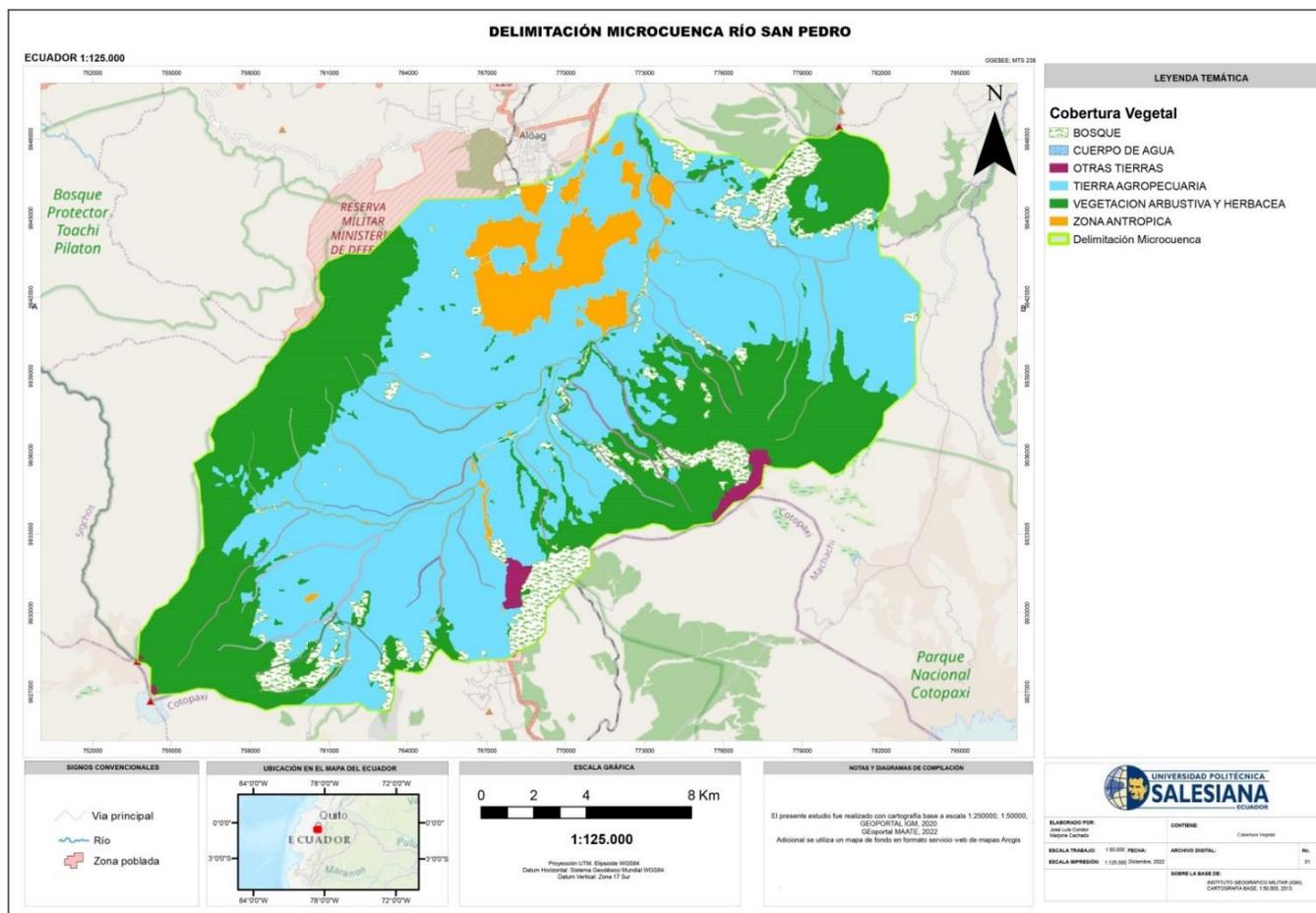
TIPOS DE CLIMA



Nota. Mapa tipos de climas presentes en la zona de estudio. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Anexo 7

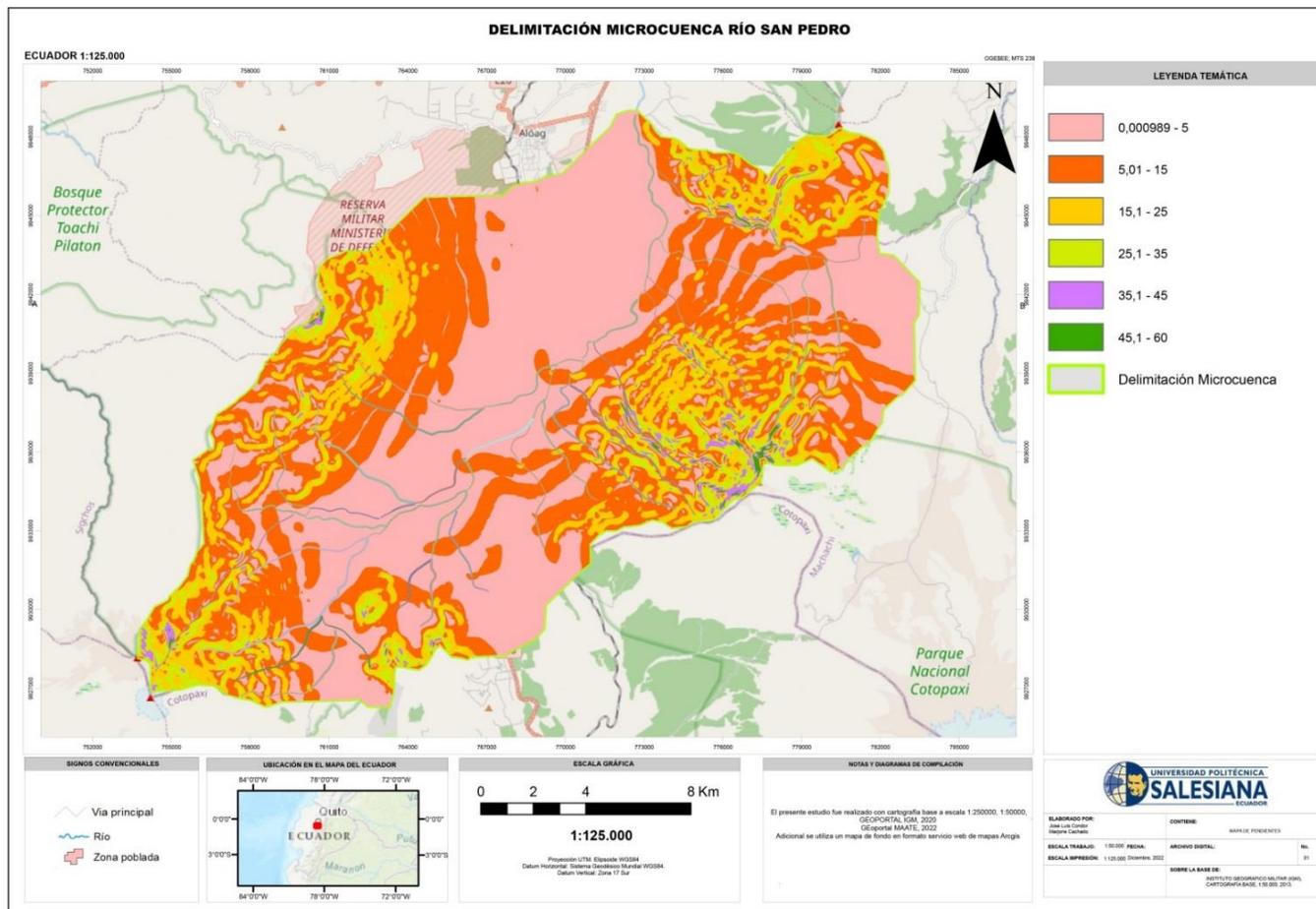
COBERTURA VEGETAL



Nota. Mapa cobertura vegetal presente en la zona de estudio. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 8

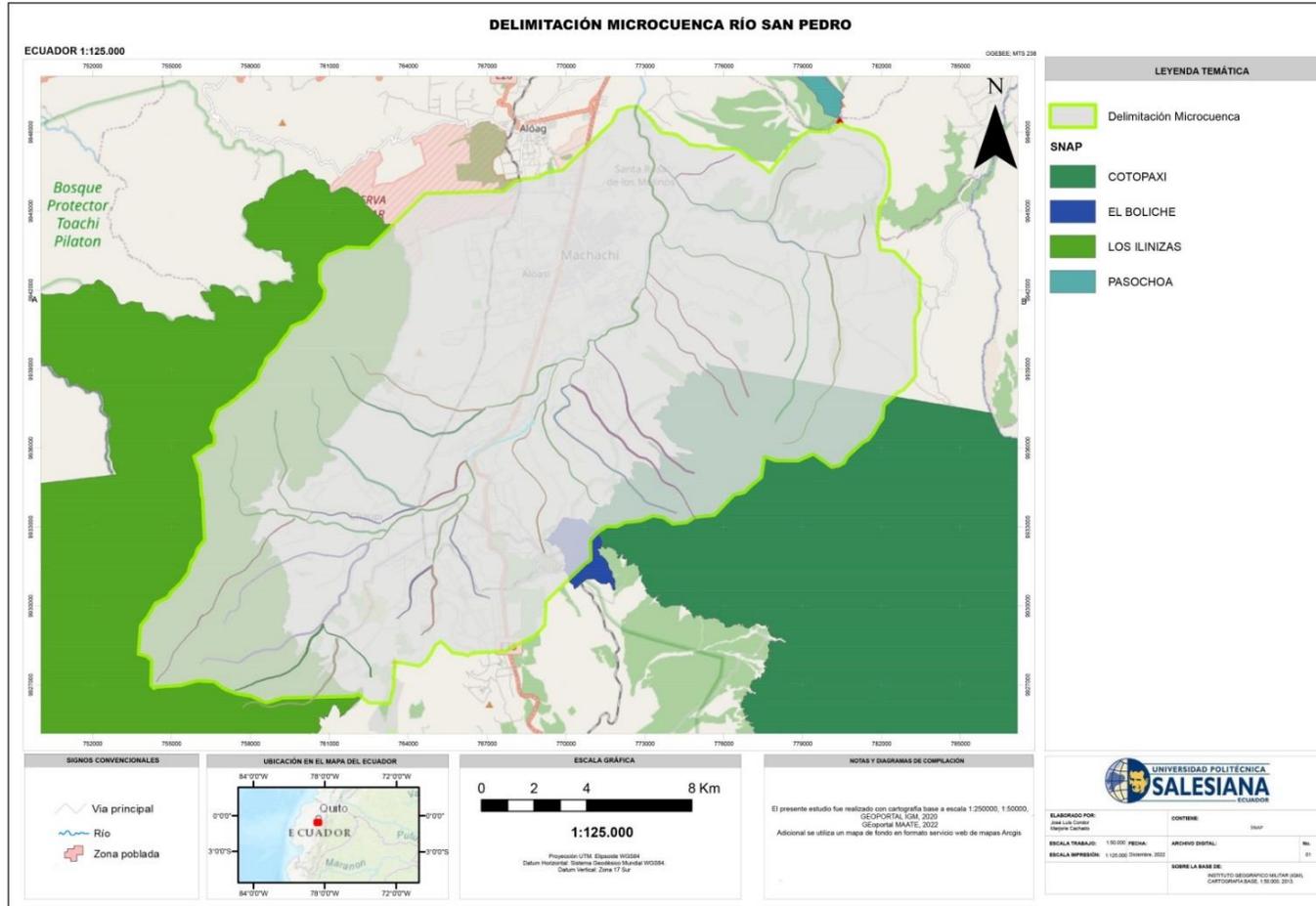
MAPA DE PENDIENTES



Nota. Mapa de pendientes presentes en la microcuenca. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Anexo 9

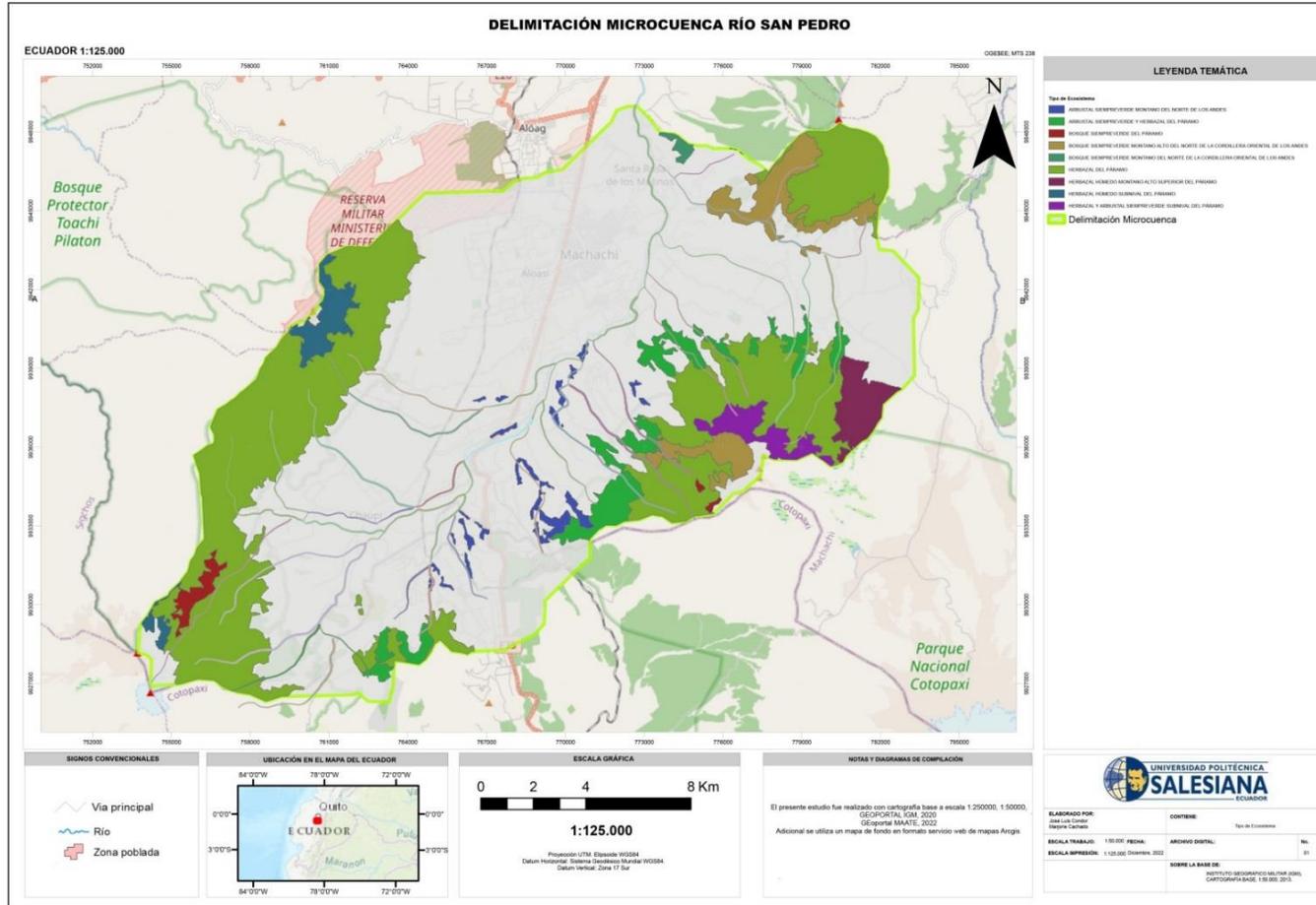
Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP)



Nota. Sistema Nacional De Áreas Protegidas Del Ecuador (Snap). Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

Anexo 10

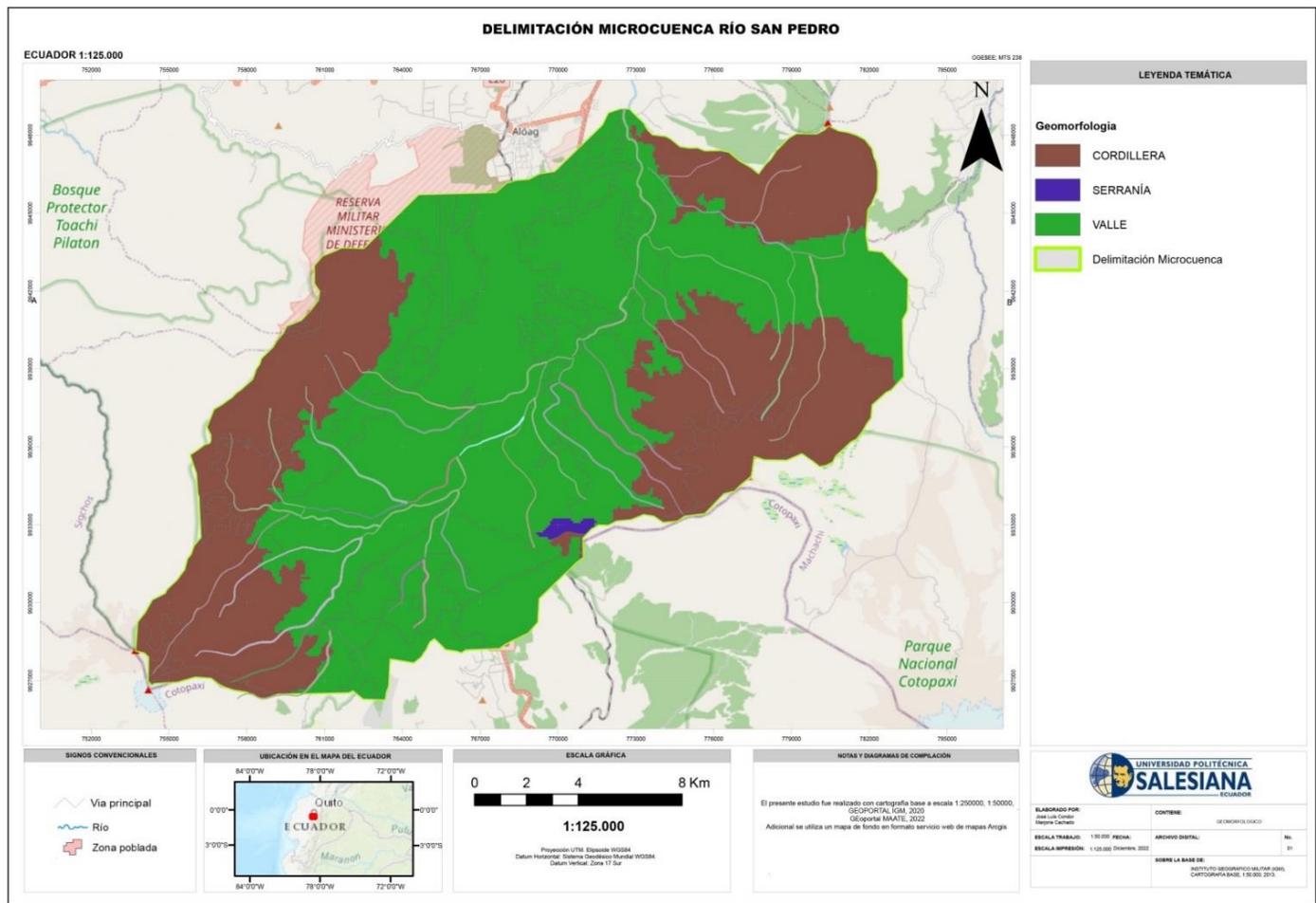
TIPO DE ECOSISTEMA



Nota. Mapa tipos de ecosistemas en la microcuenca a estudiar. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 11

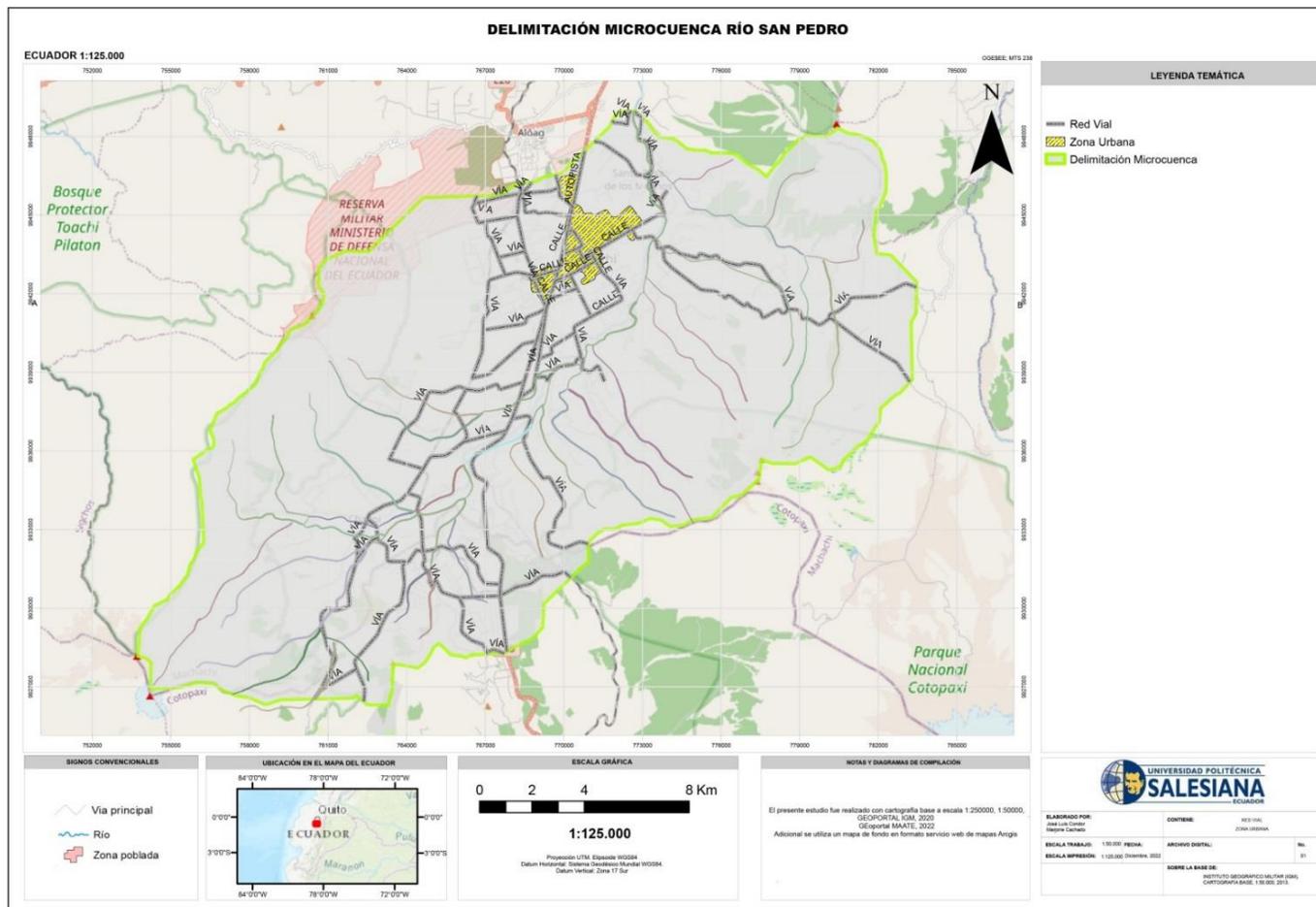
GEOMORFOLOGICO



Nota. Mapa geomorfología en el área de estudio. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 12

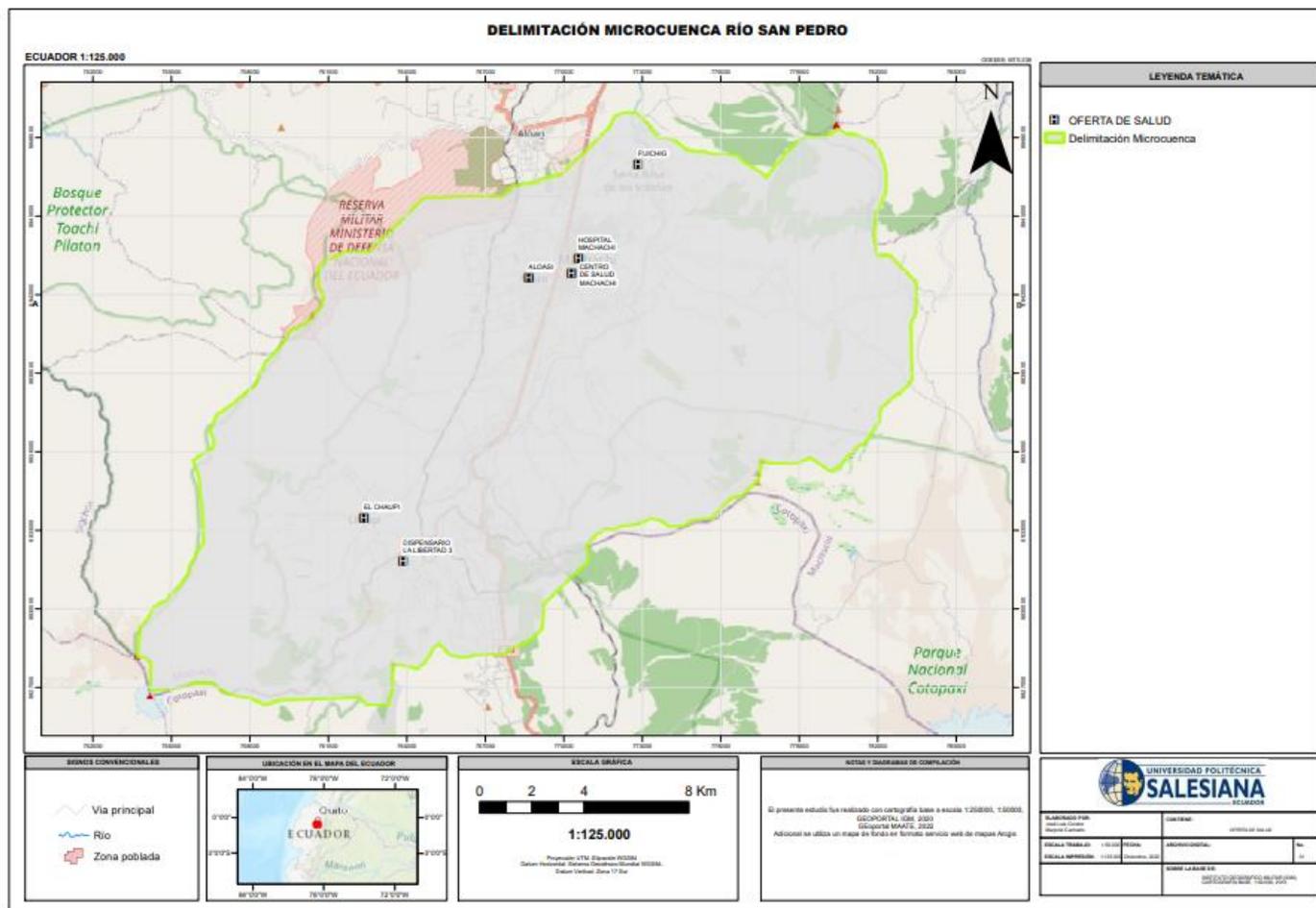
RED VIAL ZONA URBANA



Nota. Mapa red vial zona de estudio. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 13

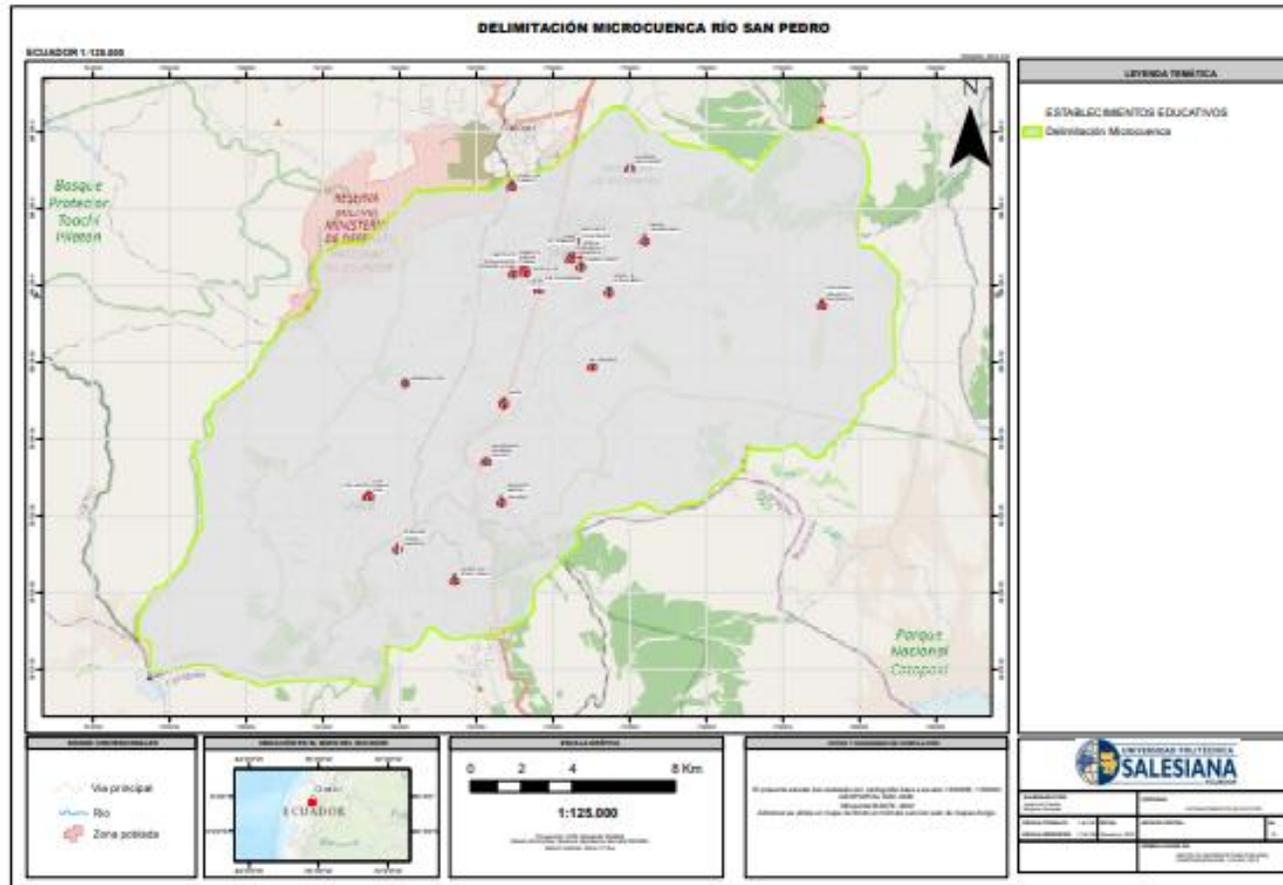
OFERTA DE SALUD



Nota. Mapa de centros de salud existentes a lo largo de la microcuenca. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

Anexo 14

ESTABLECIMIENTOS EDUCATIVOS



Nota, Mapa establecimientos educativos. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

7.3. Encuestas

Anexo 15

Encuesta Microcuenca Río San Pedro

Encuesta Microcuenca Río San Pedro

-
La siguiente encuesta esta dirigida a la población de la Parroquia de El Chaupi por la cual pasa la microcuenca del Río San Pedro.

- ¿Cómo considera el estado actual que presenta el agua del Río San Pedro?

- Sucia
- Limpia
- Desconoce

- ¿Considera usted que se puede consumir directamente el agua del Río San Pedro?

- Si
- No

- ¿Conoce usted si se han realizado campañas de concientización para el cuidado del entorno de la cuenca del Río San Pedro?

- Si
- No

- ¿De quién cree usted que debería ser la responsabilidad de cuidar la cuenca hidrográfica del Rio San Pedro?

- Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD)
- Población
- Ambos

- ¿Cuál cree usted que es la atención que brindan autoridades del Cantón Mejía al cuidado de la cuenca del Rio San Pedro?

- Buena
- Mala
- No conoce

- ¿Conoce usted si se han realizado campañas sobre el manejo de basura por parte de las autoridades?

- Si
- No
- No conoce

- ¿Considera que la población realiza un manejo adecuado de la basura?

- Si
- No

- ¿Cree usted que se deberían realizar campañas de limpieza en la cuenca del Rio San Pedro?

- Si
- No

- ¿Por quién deberían ser realizadas las campañas de limpieza?

- Autoridades (GAD, Municipio)
- Pobladores
- Ambos

- Considera que se deberían realizar de manera habitual estudios sobre el Índice de calidad del Agua en la cuenca del Rio San Pedro

- Si
- No

- Cree usted que arrojar basura contribuye en la contaminación de la cuenca del Rio San Pedro

- Si
- No

- Considera que los desechos producidos por la agricultura y ganadería influyen en la contaminación del Rio San Pedro

- Si
- No

- Conoce si se han realizado campañas de reforestación a lo largo de la cuenca del Rio San Pedro

- Si
- No

- Se debería fomentar el turismo en la zona como medida de cuidado de la cuenca del Rio San Pedro

- Si
- No

Nota. Encuestas realizadas. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Anexo 16

Encuestados



Nota. Anexo de fotografía de persona encuestada. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

7.4. Análisis de suelo (GAD Municipal del Cantón Mejía, 2020)

Anexo 17

Toma de muestra de suelo



Nota. Toma de muestra. Elaborado por: *Cachago y Córdor, 2023*

Anexo 18

Análisis de muestra de suelo



Nota. Análisis en laboratorio de suelos. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

7.5. Análisis de agua

Anexo 19

Toma de muestra de agua

Zona alta



Zona media



Zona baja



Nota. Toma de muestra de aguas. Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

Anexo 20

Análisis de muestra in-situ de aguas



Nota: Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

Anexo 21

Análisis de muestra de aguas en laboratorio



Nota. Laboratorio de aguas. Elaborado por: Cachago y Córdor, 2023

7.6. Contaminación

Anexo 22.

Contaminación de la zona alta, media y baja

Zona alta



Zona media



Zona baja



Nota. Contaminación en las tres zonas de estudio. Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023

Anexo 23

Matriz De Leopold De La Microcuenca Del Río San Pedro

MATRIZ DE LEOPOLD DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO														
	COMPONENTE	MEDIO	ELEMENTOS AMBIENTALES	CÒDIGO	MICROCUENCA			promedio positivo	promedio negativo	promedio aritmético	impacto por subcomponente	impacto por componente	impacto total del proyecto	
					Alta	Media	Baja							
					A01	A02	A03							
FACTORES AMBIENTALES	A. Características físicas y químicas	1. Suelo	Erosión del suelo	F01	8	3	-4	6	4	2	2	11	18	34
			PH	F02	7	-1	8	8	1	5				
			Conductividad	F03	6	5	7	6		6				
		3. Agua	Calidad del agua	F04	5	5	5	5		5	5			

MATRIZ DE LEOPOLD DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO

B. Condiciones biológicas	1. FLORA Y FAUNA	Flora	F06	8	5	-2	7	2	4	9	9	
		Fauna terrestre	F07	7	9	-1	8	1	5			
C. FSOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL	1. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Sistema Nacional de Áreas Protegidas	F09	8	7	5	7		7	7		
	2. SOCIO ECONÓMICO	Salud	F10	-2	3	4	4	2	2			
		Seguridad	F11	1	-2	5	3	2	1			1
		Empleo	F12	-3	-1	-3		-2	-2			
Promedios positivos				6	5	6	51,7					
Promedios negativos				-3	-1	-3		10				
Promedios aritméticos				5	3	2			34			

MATRIZ DE LEOPOLD DE LA MICROCUENCA DEL RÍO SAN PEDRO

< 25 se clasifica como IRRELEVANTE o COMPATIBLE (CO)

≥ 25 y < 50 se clasifica como MODERADO (M)

≥ 50 y < 75 se clasifica como SEVERO (S)

≥ 75 se clasifica como CRITICO

*El impacto del proyecto de acuerdo a los valores establecidos en el análisis de la matriz se puede establecer que es **moderado** tal que es una zona agrícola en su mayor parte.*

RANGO	CLASIFICACIÓN
< 25	IRRELEVANTE
≥ 25 y < 50	MODERADO
≥ 50 y < 75	SEVERO
≥ 75	CRITICO

Nota. Análisis mediante Matriz de Leopold. Elaborado por: Cachago y Cóndor, 2023