



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS  
RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN  
PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO”**

Trabajo de titulación como requisito previo a la obtención del título de Ingeniero en  
Recursos Naturales Renovables

**AUTOR:**

Luis Estael Guaña Oña

**DIRECTORA:**

Ing. Gladys Neri Yaguana Jiménez, M.Sc.

Ibarra – Ecuador

2019



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

“INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS  
RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN  
PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO”

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza su  
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**APROBADO:**

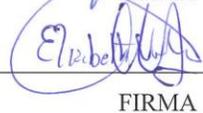
Ing. Gladys Yaguana, M.Sc.

**DIRECTORA**

  
FIRMA

Ing. Elizabeth Velarde, M.Sc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Ing. Tania Oña, M.Sc.

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

Dr. Jesús Aranguren

**MIEMBRO TRIBUNAL**

  
FIRMA

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejó sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>	
<b>Cédula de identidad:</b>	100386051-5
<b>Apellidos y nombre:</b>	Guaña Oña Luis Estael
<b>Dirección:</b>	San Pablo del Lago (Abdón Calderón y Eugenio Espejo)
<b>E-mail:</b>	estael_1992@hotmail.com
<b>Teléfono fijo:</b>	(06) 2 918 – 411
<b>Teléfono celular:</b>	0959554157
<b>DATOS DE LA OBRA</b>	
<b>Título:</b>	Inventario socioambiental participativo de los recursos hídricos existentes en la parroquia rural San Pablo del Lago, cantón Otavalo
<b>Autor:</b>	Guaña Oña Luis Estael
<b>Fecha:</b>	21 de enero del 2019
<b>Programa:</b>	PREGRADO
<b>Título por el que opta:</b>	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
<b>Directora:</b>	Ing. Gladys Yaguana, M.Sc.

## 2. AUTORIZACIÓN BIBLIOTECA

Yo, **GUAÑA OÑA LUIS ESTAEL**, con cédula de identidad Nro. **100386051-5** en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIA

El autor manifiesta que la presente obra es original y se desarrolló sin violar derechos de autores terceros, por lo tanto, la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre contenido de la misma y en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de enero del 2019

**AUTOR:**



Guaña Oña Luis Estael  
C.I.: 100386051-5

**ACEPTACIÓN:**



Ing. Betty Mireya Chávez Martínez M.Sc.  
JEFA DE BIBLIOTECA



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### CESIÓN DE DERECHOS DEL AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **GUAÑA OÑA LUIS ESTAEL**, con cédula de identidad Nro. **100386051-5**, manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO**, que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 21 días del mes de enero del 2019

Guaña Oña Luis Estael  
C.I.: 100386051-5

## REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

**Guía:** FICAYA-UTN

**Fecha:** 21 de enero del 2019

**GUAÑA OÑA LUIS ESTAEL.** INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN PABLO DEL LAGO, CANTÓN OTAVALO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables. Ibarra. EC. enero 2019. 114 páginas.

**DIRECTORA:** Ing. Gladys Yaguana, M.Sc.

El objetivo de la presente investigación fue generar el inventario socioambiental participativo de los recursos hídricos existentes en la parroquia rural San Pablo del Lago con el fin de diseñar propuestas de conservación. Entre los objetivos específicos se busca establecer los límites comunales y las microcuencas existentes en la parroquia; determinar la calidad y cantidad de agua en las fuentes donde se origina este recurso y construir estrategias de conservación y protección del recurso agua incluyendo procesos de participación con las comunidades.

**Fecha:** a los 21 días del mes de enero del 2019



Ing. Gladys Yaguana M.Sc.  
Directora Trabajo de Grado



Luis Estael Guaña Oña  
Autor

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de grado fue desarrollado por el señor: GUAÑA OÑA LUIS ESTAEL, bajo mi supervisión en calidad de Directora.

Ibarra, a los 21 días del mes de enero del 2019



---

Ing. Gladys Yaguana, M.Sc.

**DIRECTORA DEL TRABAJO DE GRADO**

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Técnica del Norte, en particular al cuerpo Docente de la Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, por esos conocimientos brindados en las aulas y los cuales me formaron como profesional.*

*Agradezco a mi familia que me ha brindado su apoyo incondicional, especialmente a las tres mujeres que considero son los pilares de mi vida. A mi madre Mirian Oña, quién con sus consejos y enseñanzas me hizo el hombre que actualmente soy; a mi abuelita María Betancourt, quien siempre está conmigo, apoyándome a pesar de las adversidades y a quien considero mi segunda madre; y a mi tía Mónica Oña, quien a pesar de todas las dificultades nunca ha dejado de velar por mi bienestar.*

*Y finalmente a Dios por colocarme en el sitio en el que me encuentro en este momento y por todo lo que vendrá.*

Guaña Oña Luis Estael

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación dedicó a mi hijo Luis Alejandro Guaña Quimbiamba, que es la razón de mi ser, es él mi inspiración y a él le debo mis ganas de seguir adelante.*

Guaña Oña Luis Estael

## CONTENIDO

RESUMEN.....	1
CAPÍTULO I .....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. Problema de investigación.....	4
1.2. Justificación .....	6
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo General.....	7
1.3.2. Objetivos Específicos.....	7
1.4. Preguntas directrices de la investigación.....	7
CAPÍTULO II.....	8
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	8
2.1. Antecedentes.....	8
2.2. Marco teórico.....	10
2.2.1. Fuente de agua .....	10
2.2.2. Inventario de los recursos hídricos.....	10
2.2.3. Gestión de los recursos hídricos .....	11
2.2.4. La cuenca hidrográfica como sistema.....	12
2.2.5. La población y el agua.....	12
2.2.6. Estrategias de conservación y protección del recurso hídrico .....	14
2.3. Marco legal .....	15
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008)..	15
2.3.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021, (SENPLADES, 2017).....	16
2.3.3. Código Orgánica del Ambiente (Asamblea Nacional, 2017).....	16
2.3.4. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional, 2014).....	17
2.3.5. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo 2015 – 2019 .....	18
CAPÍTULO III.....	19
3. MARCO METODOLÓGICO.....	19
3.1. Caracterización del área de estudio .....	19
3.2. Materiales .....	21
3.3. Metodología.....	22

3.3.1. Delimitación de comunidades y microcuencas de la parroquia .....	22
3.3.2. Determinación de la calidad y cantidad de agua de las fuentes hídricas. ....	23
3.3.3. Construcción de estrategias de conservación y protección del recurso agua incluyendo procesos de participación con las comunidades. ....	30
3.4. Consideraciones bioéticas.....	32
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>33</b>
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>33</b>
4.1. Comunidades y microcuencas existentes en la parroquia San Pablo del Lago. 33	
4.1.1. Socialización del proyecto .....	33
4.1.2. Delimitación de las comunidades de la parroquia San Pablo del Lago.....	34
4.1.3. Delimitación de las microcuencas dentro del sitio de estudio.....	37
4.2. Análisis de la calidad y cantidad de agua de las fuentes hídricas.....	39
4.2.1. Ubicación de las fuentes de agua.....	39
4.2.2. Medición de caudales de las fuentes de agua .....	42
4.2.3. Análisis de la calidad del agua.....	45
4.3. Estrategias de conservación y protección del recurso agua de las fuentes hídricas .....	47
4.3.1. Diagnóstico participativo para la identificación de los problemas en las fuentes de agua y sus posibles soluciones .....	47
4.3.2. Construcción de las estrategias de conservación y recuperación del recurso agua .....	51
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>78</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>78</b>
5.1. Conclusiones.....	78
5.2. Recomendaciones .....	79
<b>6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>80</b>
<b>7. ANEXOS</b> .....	<b>84</b>
Anexo 1. Mapas .....	84
Anexo 2. Fichas de Campo .....	89
Anexo 3. Resultados de la recolección de macroinvertebrados por cada una de las fuentes.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango de déficit hídrico de la provincia de Imbabura .....	5
Tabla 2. Red hídrica San Pablo del Lago .....	21
Tabla 3. Recursos para la investigación .....	21
Tabla 4. Escala ABI .....	29
Tabla 5. Superficie de las comunidades de la parroquia San Pablo del Lago.....	35
Tabla 6. Delimitación y codificación de la microcuenca del Río Tahuando .....	38
Tabla 7. Delimitación y codificación de la microcuenca del Lago San Pablo.....	38
Tabla 8. Fuentes de agua identificadas en la parroquia San Pablo del Lago .....	41
Tabla 9. Estación meteorológica El Topo (M0321).....	42
Tabla 10. Datos climatológicos de la estación meteorológica El Topo .....	43
Tabla 11. Caudal de las fuentes de agua medidas en la época seca .....	44
Tabla 12. Calidad del agua de las fuentes hídricas empleando el índice ABI .....	46
Tabla 13. Matriz de problemas identificados en las fuentes hídricas .....	48
Tabla 14. Matriz de priorización de problemas existentes en las fuentes hídricas .....	51
Tabla 15. Matriz FODA de la parroquia San Pablo del Lago.....	53
Tabla 16. Cruce de la matriz FODA de la parroquia San Pablo del Lago .....	55
Tabla 17. Listado de proyectos a ejecutarse por cada fuente de agua.....	56
Tabla 18. Estrategias y proyectos de conservación en cada una de las fuentes de agua encontradas en San Pablo del Lago.....	57

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia San Pablo del Lago .....	19
Figura 2. Medición de caudales por método de flotadores .....	26
Figura 3. Medición de caudales, método volumétrico .....	26
Figura 4. Materiales para colecta de macroinvertebrados.....	27
Figura 5. Proceso de la construcción estrategias de conservación y recuperación del recurso agua .....	32
Figura 6. Comunidades de la parroquia San Pablo del Lago .....	34
Figura 7. Zonas de conflicto territorial en San Pablo del Lago .....	36
Figura 8. Microcuencas nivel 5 dentro de la parroquia San Pablo del Lago .....	37
Figura 9. Microcuencas nivel 6 dentro de la parroquia San Pablo del Lago .....	39
Figura 10. Ubicación de las fuentes de agua de San Pablo del Lago.....	40
Figura 11. Diagrama Ombrotérmico de la estación El Topo (M0321).....	44
Figura 12. Lavado de ropa, vertientes B4, B5 y B8.....	48
Figura 13. Avance de la frontera agrícola, vertientes E6, F3, F4 .....	48
Figura 14. Descarga de aguas negras y grises en las vertientes C3, D1, E5 .....	48
Figura 15. Presencia de maleza en vertientes.....	48
Figura 17. Presencia de cultivos cerca de las vertientes .....	49
Figura 18. Presencia de tubería para captar agua.....	49
Figura 19. Presencia de ganado en las fuentes de agua.....	49
Figura 20. Cría de peces en las vertientes .....	50
Figura 21. Presencia de desechos orgánicos e inorgánicos.....	50

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**INVENTARIO SOCIOAMBIENTAL PARTICIPATIVO DE LOS RECURSOS**

**HÍDRICOS EXISTENTES EN LA PARROQUIA RURAL SAN PABLO DEL**

**LAGO, CANTÓN OTAVALO**

**RESUMEN**

El presente estudio comprende el inventario participativo de las fuentes de agua superficiales de la parroquia San Pablo del Lago, en Imbabura-Ecuador, realizado mediante el establecimiento de los límites comunales y de las microcuencas; determinación de la calidad por el método de recolección de macroinvertebrados acuáticos e Índice Biótico Andino (índice ABI) y de la cantidad a través de aforos del caudal. Se describió la situación actual en época seca, en el año 2017, determinándose que para la mencionada temporada el caudal existente en las fuentes de la parroquia fue de 535,11 l/s, suficiente para cubrir la demanda de agua para consumo humano; en tanto que, se pudo comprobar que las fuentes hídricas están pasando por un momento crítico ya que las actividades antropogénicas se han convertido en su principal factor de contaminación, por lo que se han establecido estrategias y proyectos orientados a su conservación y protección. Para el cumplimiento de las estrategias planteadas se ha considerado la participación de la ciudadanía, por ser fundamental en todo proceso de protección y manejo adecuado de los recursos naturales, para asegurar un mayor compromiso de las sociedades en el cuidado del ambiente.

Palabras clave: fuentes de agua superficiales, actividades antropogénicas, factor de contaminación, participación de la ciudadanía.

## SUMARY

This study includes the participatory inventory of surface water sources of the San Pablo del Lago parish, at Imbabura-Ecuador, carried out through the establishment of communal and microwatersheds boundaries; determination of quality by the method of collecting aquatic macroinvertebrates and the Andean Biotic Index (ABI index) and the quantity through flow gauging. The current situation was described in the dry season, in 2017, determining that for the aforementioned season the existing flow in the sources of the parish was 535.11 l / s, enough to cover the demand for water for human consumption; whereas, it was possible to verify that water sources are passing through a critical moment as anthropogenic activities have become their main factor of contamination, which is why strategies and projects have been established aimed at their conservation and protection. For the fulfillment of the proposed strategies, the participation of citizens has been considered, since it is fundamental in every process of protection and adequate management of natural resources, to ensure a greater commitment of societies in the care of the environment.

Keywords: surface water sources, anthropogenic activities, pollution factor, citizen participation.

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El mundo atraviesa uno de sus peores períodos ambientales, cuyo reflejo se evidencia en las amenazas a los recursos naturales, la pérdida de vegetación natural, la degradación de los ecosistemas, la extinción acelerada de especies, la contaminación ambiental (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo -SENPLADES-, 2017), en base a lo expuesto se toma como referencia la amenaza a los recursos naturales, en especial al recurso agua para desarrollar la siguiente investigación.

El agua es un recurso esencial para la vida y necesaria para los seres vivos, se considera uno de los recursos más importantes para el desarrollo del hombre y los pueblos, ya que se ha convertido en un elemento de relevancia de las economías de muchos países, la mitad de la mano de obra mundial esta empleada en sectores que dependen ella, por lo que su gestión adecuada puede mejorar el nivel de vida de las personas, expandir las economías locales, y originar la creación de puestos de trabajo más dignos (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas –WWAP-, 2016).

Los seres humanos dependen del agua para todas sus actividades, lamentablemente en la actualidad se han desprendido tanto de ese contacto con la naturaleza y han perdido la capacidad de nutrirla y custodiarla (French, 2012), que, como resultado de ese desprendimiento, y a consecuencia del uso desmedido e inadecuado de los recursos naturales, se puede visibilizar alrededor del planeta los graves daños causados a la naturaleza.

No se considera importante el tema de la gestión del agua como prioridad a nivel global, puesto que se tiene la equivocada idea de que es un recurso que abunda en la naturaleza, se cree que existen problemas mucho más importantes que resolver antes que este, aún no se comprende que de toda el agua existente a nivel mundial tan solo una mínima

parte de ella es apta para consumo, y que ésta a la vez todavía no llega a todos los hogares.

Al Ecuador con lo que respecta al recurso agua la situación no difiere mucho de lo que pasa a nivel mundial, aún no se le ha dado esa importancia y atención necesaria que requiere, la deforestación y el avance de la frontera agrícola, forestal y pecuario con fines económicos ha provocado la disminución de caudales y en el peor de los casos la desaparición de fuentes donde nace este líquido, está problemática es latente en época seca, ya que al no contar con sistemas adecuados de almacenamiento de agua para su uso y aprovechamiento se visibiliza que algunos partes del país sufren de sequías y falta de agua ya sea para riego o consumo humano.

Esto fue uno de los motivos que llevaron a la ejecución de la presente investigación, ya que en el sitio seleccionado al igual que en el país y en el resto del mundo la disminución de caudales de agua y el desabastecimiento de este líquido para consumo humano es evidente, realizar un análisis de la cantidad y calidad de agua existente en el área de estudio permitirán conocer su situación actual y de ser necesario elaborar estrategias de conservación si así lo requiere el caso.

### **1.1. Problema de investigación**

La errónea idea de la existencia de recursos naturales infinitos, ha provocado que, con el paso de los años, estos sean utilizados desmedidamente, actualmente la reducción y contaminación de fuentes de agua son la consecuencia de esta falsa concepción (SENPLADES, 2017).

El tema del agua es un problema mundial, el Ecuador no está exento de esta problemática mucho menos la provincia de Imbabura, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado de Imbabura, 2015: el déficit de agua se produce en el momento que el requerimiento de este recurso supera la capacidad de recarga de los acuíferos y zonas de captación; este déficit generalmente es la consecuencia del mal uso que se le da al mismo y el poco interés por parte de los

usuarios para su conservación y protección. En la tabla 1, se muestra el rango de déficit de agua que existe en la provincia, se recalca que este dato es de importancia, ya que en el mismo se encuentra el sitio seleccionado para el presente estudio.

**Tabla 1**

Rango de déficit hídrico de la provincia de Imbabura

<b>Déficit hídrico Rango (mm)</b>	<b>Cantón</b>	<b>Parroquia</b>
0 – 5	Ibarra	La Carolina, Lita
	Urcuquí	Buenos Aires
5 – 25	Cotacachi	Plaza Gutiérrez, Apuela, Peñaherrera, Cuellaje, Vacas Galindo, García Moreno.
25 – 50	Otavalo	Selva Alegre
	Pimampiro	Mariano Acosta, San Francisco de Sigsipamba
50 – 100	Cotacachi	Imantag
	Ibarra	Angochagua
	Otavalo	Pataquí, Eugenio Espejo, San Rafael, González Suárez, San Pablo del Lago*
100 - 200	Cotacachi	Quiroga
	Otavalo	Quichinche, Miguel Egas Cabezas, Ilumán
	Ibarra	La Esperanza
	Antonio Ante	Natabuela, San Roque, San José de Chaltura
200 – 400	Ibarra	San Antonio
	Urcuquí	Cahuasquí, Pablo Arenas, Tumbabiro, San Blas
	Pimampiro	Chugá
400 - 600	Antonio Ante	Imbaya
	Ibarra	Ambuquí, Salinas

\* Sitio de estudio de la presente tesis

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Imbabura, 2015

De la tabla expuesta se señala que la población de la parroquia San Pablo del Lago requiere hasta 100 mm más agua de la que se suministra mediante los sistemas de agua para consumo humano. En base a lo expuesto una de las principales problemáticas que aqueja a la parroquia San Pablo del Lago con respecto al recurso agua es la disminución y contaminación de sus fuentes, en este caso se pueden citar datos como: el déficit de

agua en la parroquia, y un descenso de agua de nivel en el orden de 1.0 m del Lago San Pablo (Rivadeneira, 2015) ocasionado por la disminución de las aguas de los principales afluentes que lo alimentan (muchas de estas localizadas dentro de la parroquia).

Al ser un territorio netamente agrícola y pecuario no se ha tenido un control de la contaminación que generan estas actividades sobre el agua, señalando que ella es esencial para estas actividades, la constante presión y modificación que han sufrido las fuentes hídricas han provocado que exista una disminución de agua y desaparición de algunas fuentes como lo menciona la población de la parroquia, ya que son ellos quienes están viviendo las consecuencias de este problema; al reducirse la cantidad de agua, el desabastecimiento de este líquido para consumo humano, se ha convertido en un problema para ellos, específicamente en época seca donde las zonas de captación de agua han reducido significativamente su capacidad, motivo por el que ven la necesidad de inmiscuirse más en su protección y cuidado.

## **1.2. Justificación**

Con la intención de conservar, mantener y de ser posible recuperar las fuentes de agua, promover su manejo adecuado y mejorar su distribución en sus diferentes usos, la presente investigación propone generar una base de datos real y técnica de la situación actual de los recursos hídricos existentes en la parroquia y priorizar el uso que se le da a cada uno de estos, manteniendo de esta manera su funcionamiento normal y evitando cualquier consecuencia grave a futuro, como sería la desaparición paulatina de la fuente.

Para visibilizar la importancia de este estudio se decide plantear la necesidad de su ejecución desde los puntos de vista social, económico y ambiental: desde la perspectiva social permitirá tener un mayor acceso al agua para consumo humano, además de conocer los sitios donde estos se localizan y ejecutar acciones para su conservación; desde el aspecto económico se plantea reducir los costos de operación de las fuentes de agua, ya que se conocerá como invertir en cada una de ellas, por ejemplo cuales pueden

ser usadas para captación de agua o cuales pueden ser empleadas como atractivo turístico; y finalmente desde el punto de vista ambiental se desea conservar y proteger la situación de cada una de la fuentes de agua, lo que no sólo mejorará su situación sino el entorno que la rodea.

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Generar el inventario socioambiental participativo de los recursos hídricos existentes en la parroquia rural San Pablo del Lago con el fin de diseñar propuestas de conservación.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer los límites comunales y las microcuencas existentes en la parroquia.
- Determinar la calidad y cantidad de agua en las fuentes donde se origina este recurso.
- Construir estrategias de conservación y protección del recurso agua incluyendo procesos de participación con las comunidades.

### **1.4. Preguntas directrices de la investigación**

- ¿Cuáles son los límites comunales y de microcuencas existentes en la parroquia San Pablo del Lago?
- ¿Qué cantidad de agua existe en la parroquia San Pablo del Lago y cuál es su calidad?
- ¿Qué medidas de conservación y protección del recurso agua, será posible construir en el sitio de estudio?

## CAPÍTULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

En este apartado se exponen estudios y artículos que contienen conceptos y definiciones, que servirán para el entendimiento de las temáticas planteadas para el desarrollo de la investigación, con el propósito de proporcionar una herramienta que permita al lector la comprensión de este estudio.

#### 2.1. Antecedentes

Con la necesidad de identificar la situación actual de los recursos hídricos en la parroquia San Pablo del Lago y de aportar con información importante que sea de utilidad, se parte con la búsqueda de bibliografía y estudios similares que permitan encaminar por buen rumbo el desarrollo de la presente investigación; al ser la Secretaría del Agua (SENAGUA), la encargada de asumir el manejo de los recursos hídricos del país (Martínez, 2012), se plantea la necesidad de generar una base de datos nacional de todos los recursos hídricos que existen en el territorio, razón por la que proponen el proyecto “Inventario Participativo de los Recursos Hídricos”, el cual busca identificar la realidad actual de la fuentes de agua en el país.

En España, se realiza el Inventario de recursos hídricos de la cuenca hidrográfica de Guadalquivir estimando la disponibilidad de los mismos en 7.103 hm<sup>3</sup>, estudio que incluyó el estudio de aguas que alimentan ríos y acuíferos; y a la vez determinando que la principal problemática que afecta la calidad de agua en la cuenca es la salinización (Ministerio de Medio Ambiente de España, 2010), cabe resaltar que un dato relevante de este estudio es que se haya incluido el estudio de las aguas que alimentan a los acuíferos, pero que debido a que se requiere más experticia para el caso, el presente estudio solo contará con el estudio de aguas superficiales.

En Perú, se realiza un estudio similar al anterior en este caso se trata del Inventario de recursos hídricos de las microcuencas Sicra y Atuna, estudio que identifica las fuentes

de agua existentes en las microcuencas mencionadas, además se procede a medir el caudal de agua que genera cada una de ellas, con el único propósito de determinar sus posibles usos, a fin de establecer la factibilidad de contar con los pequeños caudales para la pequeña agricultura familiar (Consortio Programa de Desarrollo Territorial Integrado -PDTI- SUMAQ LLAQTA, 2014).

En Ecuador, se realiza el estudio de Inventario de recursos hídricos en la comunidad de San Isidro, Provincia de Cotopaxi, en este caso llama la atención que además se incluye el estudio de los páramos, puesto que como resalta el texto, estos son los principales reguladores hidrológicos regionales, ya que generalmente son en ellos donde podemos encontrar las principales fuentes de agua (Alomia, 2004 citado por Allauca, 2011), el fin de este estudio es determinar si la cantidad de agua existente es capaz de abastecer a la comunidad que se asienta en el sitio de estudio y a la vez mantener su caudal ecológico. En el mismo estudio también se considera importante introducir a la comunidad como parte de la investigación, sugiriendo que ellos pueden ser actores principales, ya que, como parte del problema al modificar los páramos para su conveniencia, también pueden ser parte de la solución.

En la provincia de Tungurahua, se realiza el Inventario de los recursos hídricos de toda la provincia, incorporando el uso de un Sistema de Información Geográfica para almacenar, analizar y modelar la información recopilada y generada durante el estudio, dentro de los aspectos incluidos están el social, económico y ambiental, con la única finalidad de enfocarse al conocimiento de los usos del agua en sus diferentes formas (Consejo Provincial de Tungurahua, 2004).

En base a lo expuesto en este apartado se determina que el presente estudio tomó en cuenta la participación de la comunidad como eje, puesto que son ellos quienes pueden permitir el avance de la investigación, a través de sus conocimientos que generalmente se han transmitido por generaciones, además se incorporará el uso de un sistema de información geográfica para almacenar la información recopilada y procesarla,

finalmente se elaborará una propuesta de conservación de los recursos hídricos encaminada a la protección del agua en la parroquia.

## **2.2. Marco teórico**

Los conceptos y definiciones expuestos, buscan la comprensión de cada uno de los puntos que abarca esta sección.

### **2.2.1. Fuente de agua**

Fuente de agua, vertiente, ojo de agua o naciente son varios de los apelativos como se conoce en muchas comunidades campesinas o indígenas, a los afloramientos naturales de agua que emanan a la superficie terrestre (Saavedra, 2009), se pueden distinguir de dos tipos:

- Fuentes permanentes: el agua en ellas fluye durante todo el año.
- Fuentes temporales: generalmente en la época donde la presencia de lluvias es escasa, tienden a secarse.

### **2.2.2. Inventario de los recursos hídricos**

Provocado por el creciente deterioro de las fuentes y cuerpos de agua, el inventario de recursos hídricos es una herramienta que permite mediante la evaluación de la calidad y cantidad de agua disponible en los cuerpos hídricos superficiales establecer su realidad situacional y priorizar sus usos, implementando medidas correctivas para solucionar las problemáticas que estas puedan presentar (Allauca, 2011), su propósito es revisar las autorizaciones de uso de fuentes agua concesionadas y verificar la existencia de otras fuentes que no han sido registradas ni mucho menos poseen concesión alguna (Secretaría Nacional del Agua -SENAGUA-, 2011).

Actualmente no existe una metodología general que permita su desarrollo, por lo que muchos estudios han llegado a su propósito aplicando diversas metodologías. Un inventario hídrico debe contribuir a:

- Diseñar planes hídricos.
- Aplicar las estrategias para conservar y proteger el recurso agua.
- Garantizar la disponibilidad de la calidad y cantidad de agua.
- Mejorar la gestión del agua.
- Promover un acceso equitativo al agua.
- Promover la participación de la comunidad sobre prioridades, problemas y alternativas.

Se recomienda que para la ejecución de este tipo de estudios la información recopilada debe ser actualizada, ya que las estrategias de conservación o protección del recurso agua que se vayan a aplicar, van direccionadas a solucionar la problemática encontrada en el momento de muestreo de cada una de las fuentes hídricas (Chiriboga, 2003).

### **2.2.3. Gestión de los recursos hídricos**

Con la gestión de recursos hídricos se busca un manejo eficiente del agua, administrándolos en forma sostenible y equilibrada, teniendo en cuenta los intereses sociales, económicos y ambientales (Global Water Partnership -GWP-, 2009), se recomienda que para la gestión de recursos hídricos se trabaje a nivel de cuencas hidrográficas, debido a los subsistemas que dentro ellos existen y que funcionan y se interrelacionan entre sí.

- **Gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas hidrográficas**

A las cuencas las conforman los componentes biofísicos y los antropocéntricos, siendo estos las actividades socioeconómicas y culturales que desarrolla el hombre dentro de un los ecosistemas (Umaña, 2002), a causa de que estos componentes están interrelacionados y deben permanecer en equilibrio, con la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuencas se busca fortalecer la capacidad de manejo del agua asegurando la participación de actores claves en la toma de decisiones sobre aspectos importantes, creando estructuras participativas y de acción a nivel de cuencas (Madroño, 2006).

Según Dourojeanni, 1994 citado por González, 2011:

” La gestión de cuencas es un proceso donde el ser humano realiza un conjunto de acciones planificadas, coordinadas, organizadas y consensuadas para manejar, proteger, conservar y administrar adecuadamente la unidad hidrográfica, considerando su efecto y que la dinámica de dichos sistemas, tienen diferentes connotaciones.”

#### **2.2.4. La cuenca hidrográfica como sistema**

Ideada como un sistema significa que la cuenca hidrográfica es un todo, donde incursionan las interrelaciones dinámicas de varios subsistemas, como social, ambiental, económico, cultural, entre otros. La suerte de cada uno de estos elementos que intervienen en el sistema depende de lo que le ocurra con los otros (Moreno y Renner, 2007), según González (2011) la cuenca como sistema supone los siguientes elementos:

- Interacción entre la parte alta, media y baja de la cuenca.
- Análisis de las causas, efectos y posibles soluciones de los problemas.
- Identificación y uso racional de las potencialidades de las cuencas.
- Papel del agua como recurso integrador de la cuenca.

Pudiendo transformarse los recursos económicos y humanos un factor limitante para una intervención a nivel de cuencas, es menester destacar la posibilidad de iniciar acciones que permitan la solución de las problemáticas desde la parte alta hasta la parte baja especialmente en cuencas de montaña (Jiménez, 2009).

#### **2.2.5. La población y el agua**

Según Madroñero, 2006:

“Los aspectos, ambiental y económico del agua posibilitan la seguridad de las poblaciones en tres ámbitos: La seguridad ambiental se garantiza a partir de la aceptación, valoración y cumplimiento de responsabilidades individuales, sociales e institucionales en el manejo adecuado, conservación y restauración de los ecosistemas.

La seguridad social se proporciona a través de acceso equitativo, seguro y eficiente al agua, así como la responsabilidad por su conservación y manejo sustentable. Al tratarse de seguridad económica, se pretende revertir las tendencias actuales de pautas de consumo, demográficos y de articulación sociedad – naturaleza con el fin de garantizar la satisfacción de las demandas actuales y futuras de recursos hídricos para todas las poblaciones y sectores sociales sin comprometer la integridad ecológica de los ecosistemas.”

Siendo necesario los ecosistemas fluviales, ya que proporcionan el suministro de agua a los centros poblados, es indispensable determinar sus condiciones y a partir de ellos proponer un manejo adecuado de los mismos.

La evaluación de los recursos hídricos, incluida la identificación de posibles fuentes de agua dulce, consiste en determinar la calidad y cantidad de los recursos hídricos y las actividades humanas que afectan a este recurso. Esta evaluación es la base para su manejo sostenible y una condición para evaluar las posibilidades de aprovecharlos (Santacruz, 2007).

#### 2.2.5.1. Evaluación de la calidad del agua

Para determinar la calidad del agua se han utilizado métodos físicos, químicos y biológicos, que generalmente permiten la detección del grado de contaminación que presentan los sistemas acuáticos, dentro de estos el control biológico es uno de los más utilizados por sus bajos costos en los muestreos y análisis de datos. Para ejecutar un análisis biológico de los sistemas acuáticos es necesario reconocer que la presencia de seres vivos dentro de las aguas depende de su calidad y que estos organismos se han convertido en indicadores que muchos investigadores a lo largo de sus diversos estudios los han transformado en elementos esenciales para determinar la calidad de las aguas.

Unos de estos indicadores son los macroinvertebrados, organismos acuáticos que pueden ser vistos a simple vista cuyos tamaños oscilan de 0.5 mm a 2.5 cm (Vozmediano, 2015). Estos organismos se usan como indicadores, ya que ocupan

hábitats con exigencias ambientales a los que están adaptados, cualquier perturbación en las condiciones ambientales se reflejará en las estructuras de las comunidades (Arroyo, 2010).

Además, de la recolección de macroinvertebrados en los sistemas acuáticos es necesario determinar el Índice biológico más adecuado al sitio de estudio para determinar de esta manera su calidad, uno de estos índices es el Índice Biótico Andino (ABI, por sus siglas en inglés), cuya aplicabilidad se la ejecuta para zonas por encima de los 2000 msnm (Escaleras, 2016), este índice es el resultado de múltiples investigaciones que han permitido reducir el número de taxas de macroinvertebrados que se encuentran en estas zonas altitudinales.

#### **2.2.6. Estrategias de conservación y protección del recurso hídrico**

Para garantizar acciones de conservación y protección de las fuentes de agua es necesario combinar estrategias, aplicando las acciones donde exista una mayor urgencia de protección y donde se den las mejores condiciones, en la medida que se posea la claridad de cuáles son las zonas más críticas a proteger y su grado de vulnerabilidad, se puede priorizar las zonas (González, 2011).

Las estrategias de conservación y protección de los recursos agua son un conjunto de prácticas que se aplican con el único objetivo de mejorar las condiciones de uso y a la vez el aprovechamiento del agua, eliminando las posibilidades fuentes de contaminación y mejorando su uso y distribución. La conservación del agua se relaciona con la recarga de las vertientes y su interrelación con los demás recursos, además tiene que ver con la implementación de acciones que tiendan a mejorar la calidad del agua y su disponibilidad dentro del territorio o dentro de las microcuencas (Saavedra, 2009, p. 19).

### **2.3. Marco legal**

Se presenta en esta sección las leyes y normativas legales que más se relacionan con el presente estudio y lo que permite enfocarlo desde una perspectiva legal.

#### **2.3.1. Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Constituyente, 2008)**

Considerada la normativa legal más importante del Ecuador y cuya aplicación y ejecución se la establece a nivel nacional, para el presente estudio se toman como base legal los siguientes artículos:

- **Título II. Derechos**

- Artículo 12. Se señala el derecho humano al agua, además que proclama al agua como patrimonio nacional estratégico de uso público.
- Art. 14. Cita que se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.
- Artículo 71. Se debe garantizar el respeto integral de la existencia, mantenimiento y generación de los ciclos, procesos, estructuras y funciones de la Madre Naturaleza o Pacha Mama.
- Artículo 72. En el caso de daño ambiental, la naturaleza tiene derecho a la restauración.

- **Título VI. Régimen de Desarrollo**

- Artículo 318. El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, (...) y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos, además que se prohíbe toda forma de privatización del agua.

- **Título VII. Régimen del Buen Vivir**

- Artículo. 411.- se establece que es el Estado quién deberá garantizar la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico, además que 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.

### **2.3.2. Plan Nacional de Desarrollo 2017 - 2021, (SENPLADES, 2017)**

Documento que contiene los nueve objetivos Nacionales de Desarrollo los mismos que expresan la voluntad del Estado de continuar con la transformación del país. Para el presente estudio los objetivos, políticas y metas que se toman como referencia son:

- **Objetivo 1.** Sugiere garantizar para todas las personas una vida digna con iguales oportunidades.
  - Política 1.17. se garantiza el acceso, uso y aprovechamiento justo, equitativo y sostenible del agua; la protección de sus fuentes y el desarrollo de sistemas integrales de riego.
- **Objetivo 3.** Que expresa la necesidad de garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.
  - Política 3.4. Sugiere que es tarea de todos promover buenas prácticas que aporten a la reducción de la contaminación, la conservación, la mitigación y la adaptación a los efectos del cambio climático.
  - Meta. A 2021, reducir y remediar la contaminación de las fuentes hídricas.

### **2.3.3. Código Orgánica del Ambiente (Asamblea Nacional, 2017)**

Normativa legal encargada de velar por el bien de la naturaleza y sus funciones, dentro de la misma los artículos a tomarse en cuenta son:

- Artículo 61. De las servidumbres ecológicas voluntarias y obligatorias. Se deberán destinar servidumbres ecológicas obligatorias a las franjas ribereñas de los cuerpos de agua con fines de protección hídrica.
- Artículo 122. Prohibiciones para el establecimiento de plantaciones forestales. Las plantaciones forestales con fines de conservación en ningún caso reemplazarán las

áreas cubiertas con bosques naturales, vegetación nativa, ecosistemas frágiles, servidumbres ecológicas o zonas de protección permanente de agua.

#### **2.3.4. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Asamblea Nacional, 2014)**

La presente Ley, más enfocada al aspecto hídrico se citan los siguientes artículos que permiten enfocar el siguiente estudio desde el punto de vista legal.

- Artículo 6. Prohibición de privatización. Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente.
- Artículo 8. Gestión integrada de los recursos hídricos. Se designa a la Secretaria del Agua (SENAGUA) como la responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas.
- Artículo 12. Protección, recuperación y conservación de fuentes. El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos.
- Artículo 13. Formas de conservación y de protección de fuentes de agua. Se determina formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.
- Artículo 32. Gestión pública o comunitaria del agua. Se declara que la gestión del agua es exclusivamente pública o comunitaria.
- Artículo 64. Conservación del agua. Se establecen la conservación del agua desde las siguientes formas:
  - a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares;
  - b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad; y,

- c) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación. Entre otras, pero siendo las más importantes las ya citadas.
- Artículo 86. Agua y su prelación. De conformidad con la disposición constitucional, el orden de prelación entre los diferentes destinos o funciones del agua es:
  - a) Consumo humano;
  - b) Riego que garantice la soberanía alimentaria;
  - c) Caudal ecológico; y,
  - d) Actividades productivas.

Finalmente, un apartado que requiere de atención para esta investigación se presenta en las **Disposiciones transitorias**, la misma que se detalla a continuación:

**CUARTA.** - En el plazo de hasta dos años a partir de la vigencia de esta Ley, la Autoridad Única del Agua, en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados, usuarios y organizaciones de usuarios realizará el inventario nacional, de aguas superficiales y en un plazo de hasta cinco años las aguas subterráneas por cuencas hidrográficas, con informes de avance del 20% anual, que incluirá la situación de las fuentes y el catastro de usuarios.

### **2.3.5. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo 2015 – 2019**

Al analizar el contenido del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo del Lago (GAD San Pablo del Lago, 2015) en relación a la temática de investigación, se toma como referencia el sistema ambiental, que menciona que los recursos naturales (agua, suelo y biodiversidad) se encuentran en proceso de degradación, debido a que no se realizan prácticas de conservación de suelos en zonas de pendientes moderadas y fuertes; la ampliación de la frontera agrícola afecta las áreas naturales como los páramos, bosques y nacientes de agua.

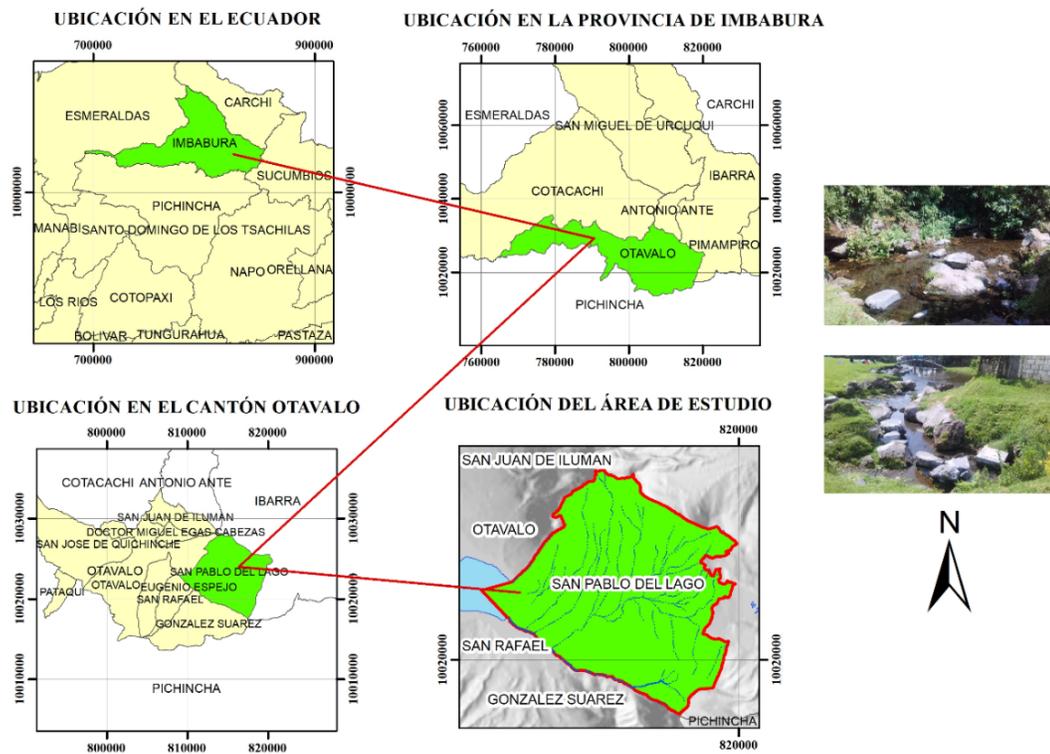
## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

En este apartado se menciona y describe el área de estudio donde se ejecuta la investigación; los materiales y equipos necesarios para su ejecución, y la metodología que se manejó para la elaboración de la misma.

#### 3.1. Caracterización del área de estudio

El área de estudio donde se realizó la presente investigación corresponde a la parroquia San Pablo del Lago, ubicada al este del cantón Otavalo, provincia de Imbabura, tal como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la parroquia San Pablo del Lago

En base a la información que se presenta en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Pablo del Lago para el período 2015 – 2019 (GAD San Pablo del Lago, 2015), conseguida a lo largo de un estudio de las estaciones meteorológicas ubicadas en el territorio parroquial, se puede mostrar los siguientes datos:

La parroquia San Pablo del Lago limita al Norte y al Este con las parroquias La Esperanza y Angochagua, pertenecientes al cantón Ibarra y al Sur y Oeste con las parroquias González Suárez, San Rafael y la parroquia urbana de Otavalo pertenecientes al cantón Otavalo. Además, posee un rango altitudinal que va de los 2680 a 4600 msnm y un área de 64,04 km<sup>2</sup>. La parroquia está conformada por su cabecera parroquial y 11 comunidades, que son: Abatag, Angla, Araque, Casco Valenzuela, Cocha Loma, Cusín Pamba, El Topo, Gualaví, Imbabura, Lomakunga y Ugsha; para el presente estudio fue importante conocer este dato, ya que permitirá determinar las fuentes de agua por cada una de ellas.

Los datos climatológicos que se destacan en la parroquia son:

- Precipitación: la precipitación oscila entre los 750 a 1000 mm anuales.
- Temperatura: la temperatura varía entre los 12 °C y los 19 °C, datos registrados por las estaciones meteorológicas localizadas en la parroquia.
- Zonas de vida: se establece de acuerdo al nivel de precipitación y de temperatura que en el área de estudio las zonas de vida representativas son: Bosque muy húmedo Montano (bmh-M) y Bosque húmedo Montano (bh-M).

A consecuencia de la irregularidad geológica y de relieve provocado en parte a que la parroquia se encuentra asentada en el volcán Imbabura y los cerros Cubilche y Cusín, además de la presencia variada de precipitaciones, con el pasar de los años se han formado redes hídricas que son las encargadas de transportar el agua generada por las lluvias desde la parte alta de la parroquia hasta la parte baja, agua que generalmente drena en el Lago San Pablo. Parte de la red hídrica de la parroquia se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2**

Red hídrica San Pablo del Lago

<b>Red Hídrica</b>	<b>Longitud (km)</b>
Q. Abatag	4.35
Q. Angla	2.46
Q. Araque	6.87
Q. Cusín	2.42
Q. Imbaburita	6.95
Q. Macufishi	2.76
Q. San Francisco	2.64
Q. Túqueres	5.94
R. Itambi	7.15

Fuente: PDOT San Pablo del Lago, 2015

**3.2. Materiales**

Los equipos, materiales y software que fueron requeridos para alcanzar el desarrollo de cada una de los objetivos propuestos en de la presente investigación se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3**

Recursos para la investigación

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Software</b>
Cartografía base	Lupa de mano	Navegador GPS Garmin
Libreta de campo	Alcohol	ArcGis 10.5
Botas de caucho	Recipiente de 20 litros	Cámara fotográfica
Poncho de agua	Flotadores	Cronómetro
Fichas técnicas	Flexómetro	Computador portátil
Red surber	Bandeja	Memoria USB
Red de patada	Hojas de papel	
Pinzas metálicas		
10 Frascos de 100 ml		

### **3.3. Metodología**

Se establecieron tres fases para el desarrollo de la investigación, la finalidad es aplicar los métodos más adecuados de acuerdo a cada uno de los objetivos específicos que permitan lograr las metas planteadas, a continuación, se detalla cada uno de los mismos.

#### **3.3.1. Delimitación de comunidades y microcuencas de la parroquia**

En esta fase con el propósito de encontrar la manera más adecuada de identificar las fuentes de agua existentes en la parroquia, además delimitar comunidades y microcuencas.

- **Socialización del proyecto**

Se convocó a todos los actores claves de la parroquia a una socialización del proyecto: Presidente del GAD parroquial, presidentes de las Juntas Administradoras del Agua y presidentes de los cabildos comunitarios, en donde se expuso la necesidad de ejecutar un estudio de esta magnitud en la parroquia, además de recalcar que es de importancia que ellos como autoridades en sus jurisdicciones participen del desarrollo de este estudio en todas sus fases y etapas.

- **Delimitación de comunidades**

Para realizar la delimitación de las comunidades se realizaron once encuentros con cada uno de los presidentes de los cabildos comunitarios que conforman la parroquia San Pablo del Lago, para con la tutela de ellos y la ayuda de la cartografía del Instituto Geográfico Militar (IGM, 2014) de: San Pablo del Lago y Cayambe a escala 1:50.000 y la imagen satelital del sitio de estudio proporcionada por el portal MAG (Sistema de Información Geográfica de tierras del Ecuador -SIGTIERRAS-, 2014), administrada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería la que fue procesada en el programa Arc Gis 10.5, establecer los límites de cada una de las comunidades, los cuales generalmente pasan por vías, quebradas, divisorias de agua o contrazanjas que ellos mismos construyen para separar sus comunidades de otras vecinas. De igual manera la

información recabada permitió establecer el límite de la parroquia desde la perspectiva de cada uno de los presidentes de los cabidos comunitarios, los datos obtenidos en campo y aquellos bajo la asesoría de los presidentes fueron verificados con la información del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Pablo del Lago 2015 – 2019.

- **Delimitación de microcuencas**

Al contar el país con una delimitación de Unidades Hidrográficas hasta nivel 5, y a razón de que este rango aún es amplio para trabajar en la parroquia San Pablo del Lago, se estableció realizar la delimitación hasta el nivel 6 de las microcuencas nivel 5 que se encuentran dentro de la parroquia San Pablo del Lago, para esto se empleó la metodología de Pfafstetter propuesta por SENAGUA (2009), y se utilizaron los datos obtenidos en el Sistema Nacional de Información de las Unidades Hidrográficas del Ecuador - nivel 5 (Sistema Nacional de Información -SNI-, 2014).

Para delimitar las microcuencas nivel 6 de la parroquia se localizaron las microcuencas nivel 5 que abarcan todo el territorio, luego se procedió a determinar el río o curso principal de las mismas, identificadas las cuatro mayores áreas de drenaje que alimentan al río principal, basándose en la metodología de Pfafstetter corresponderán a unidades tipos cuenca y se codificaron desde la parte baja a la parte alta con los números 2, 4, 6 y 8; los otros tributarios del río principal se les denominan intercuenas y se codificaron con los números 1, 3, 5, 7 y 9 , finalmente de existir unidades hidrográficas que no alimenten al río principal se las denomina cuencas internas y se codificaron con el número 0, un dato a destacar es que se delimitó las microcuencas con la ayuda de las curvas de nivel basándose en las divisorias de aguas.

### **3.3.2. Determinación de la calidad y cantidad de agua de las fuentes hídricas.**

En esta fase se han establecido tres etapas, con la intención de cumplir el objetivo específico propuesto.

- **Identificación de las fuentes de agua**

Para su identificación, se trabajó en conjunto con los presidentes de los cabildos comunitarios, y la imagen satelital proporcionada por el portal web del Ministerio de Agricultura y Ganadería (SIGTIERRAS, 2014), se utilizó la metodología cartográfica participativa explicada por Segarra, 2001, citado por Gómez, 2015; que sugiere emplear el conocimiento de cada uno de los presidentes comunitarios para identificar las posibles vertientes que existen en cada una de sus respectivas jurisdicciones. Posteriormente se procedió a la planificación de salidas de campo con cada uno de los presidentes comunitarios con la intención de verificar la existencia de cada una de las fuentes de agua.

Para la verificación de las fuentes de agua se requirieron de diez salidas de campo, debido a que algunas de ellas eran de difícil acceso, cuando ya se percataba la presencia de una fuente hídrica, se la georreferenciaba con el GPS, se registraban sus coordenadas y aquellos datos relevantes se registraban en el formato de ficha de identificación de fuentes de agua creado para este caso (ver, Anexo 2, Ficha 1), y se tomaba la respectiva fotografía, de igual manera en la libreta de campo se describía las posibles problemáticas que se percibían; ya en la oficina se procedía al registro de datos, su almacenamiento y procesamiento en Arc Gis y al archivo de cada una de las fichas recolectadas.

- **Medición de caudales**

Recalcando que la intención del presente estudio es determinar la cantidad de agua real de cada una de las fuentes hídricas presentes en la parroquia San Pablo del Lago, se decidió realizar la medición de caudales únicamente en época seca. Partiendo con esta premisa, con la información recolectada hasta este punto y con la ayuda de las fichas de identificación de fuentes de agua, se procedió a la planificación de las salidas de campo necesarias para continuar con el normal desarrollo de esta etapa, se construyeron

y adquirieron los materiales necesarios para el cumplimiento de esta actividad que corresponde al aforamiento y medición de caudales en cada una de las fuentes hídricas.

Para la medición de caudales se dividieron a las fuentes de agua en dos grupos, aquellos que a simple vista presentaban caudales abundantes y aquellos cuyos caudales no poseían una cantidad de agua considerable, esto con la finalidad de emplear en cada uno de ellos metodologías diferentes de aforamiento, para esta actividad se elabora la ficha de aforamiento de caudales para el registro de datos y su posterior archivo (ver, Anexo 2, Ficha 2).

- Fuentes de agua con caudales voluminosos.

Esta actividad se efectuó durante la época seca, para este tipo de caudales la metodología usada fue el Método de Flotadores (figura 2) propuesto por Chamorro, 2011, que se calcula de la siguiente manera:  $Q = A * v$ , donde  $Q$  = caudal,  $A$  = área transversal del cauce, y  $v$  = velocidad.

Se seleccionó un tramo del río de 10 metros, lo más recto posible y cuyo lecho no presente obstáculos como rocas grandes o troncos con el objetivo de que sus aguas fluyan normalmente y la medición de caudales no presente ningún contratiempo, luego se dejó correr por ella una pelota de pin pon para determinar el tiempo que le toma a la pelota recorrer los 10 metros del río, de esta manera se estableció la velocidad de las aguas del río, que es igual a:  $v = d/t$ , donde  $d$  = distancia y  $t$  = tiempo, para reducir el error de este dato y conseguir el valor más aceptable de su velocidad se realizaron 10 repeticiones.

Para calcular el área transversal del cauce se midió el ancho del cauce del río y la profundidad promedio del mismo, empleándose la siguiente fórmula:  $A = a * p$ , donde  $A$  = área,  $a$  = ancho del cauce y  $p$  = profundidad promedio, estos datos fueron registrados en la ficha de medición de caudales elaboradas para este caso (ver, Anexo 2, Ficha 2).

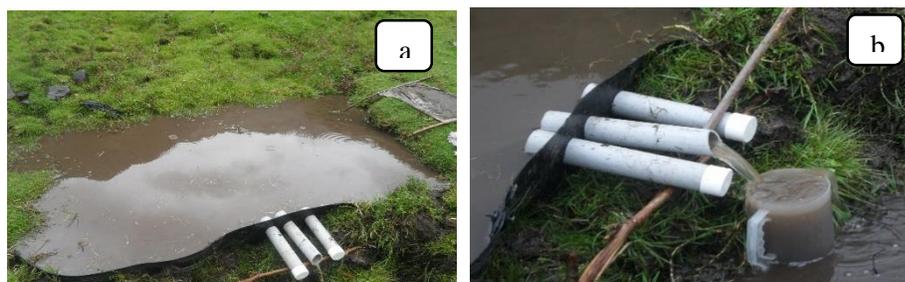


**Figura 2.** Medición de caudales por método de flotadores  
 a) Medición del área transversal; b) Medición de la velocidad

En este caso los resultados finales de cada fuente se muestran en  $\text{m}^3/\text{s}$ , razón por la que requieren ser transformados a  $\text{l/s}$ , ya que esta es la unidad con la que se trabajó en esta investigación. Para la transformación se utilizó una regla de tres simple en donde el dato de conversión fue que por cada  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  existen 1000 litros, consecuentemente se aplicó este procedimiento a todas las fuentes aforadas con este método.

- Fuentes de agua con caudales pequeños

Para este caso se empleó el método volumétrico propuesto por Basán, 2008, que consistió en medir el tiempo que le tomaba a la fuente llenar una cantidad establecida de agua, para mejorar la medición de caudales de estas fuentes, se construyeron estructuras a manera de diques (figura 3) que permitieron el represamiento del agua; cuando el espejo de agua llegaba hasta la altura de los tubos (figura 3), esta fluía a un recipiente de 20 litros, el tiempo que tomaba en llenar de agua los 20 litros marcados en el recipiente se registraba en la ficha de medición de caudales (ver, Anexo 2, ficha 2), se realizaron 10 mediciones para disminuir el error de la medición.



**Figura 3.** Medición de caudales, método volumétrico  
 a) Represamiento de la fuente; b) Medición del caudal

- **Análisis de la calidad del agua**

Para el desarrollo de esta actividad se estableció aplicar la metodología de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de las aguas (Carrera y Fierro, 2001), empleando el Índice Biótico Andino (ABI, por sus siglas en inglés) descrito por Cordero, 2015.

- Elaboración del equipo para muestreo de macroinvertebrados

Como lo señala la bibliografía, para el desarrollo de esta actividad fue necesario contar con los instrumentos e insumos necesarios para la recolección de los macroinvertebrados, por lo que se partió con la adquisición y construcción de los mismos, para elaborar la red de patada fue necesario un metro cuadrado de tela malla con tamaño de ojo de la malla de un milímetro, dos estacas de 1,5 metros de largo a los que va sujeta la malla (figura 4); para la red surber se necesitaron un par de marcos de metal los mismos que fueron soldados con la intención de formar una L, a la misma se colocó una tela malla con un diámetro de un milímetro de ojo de malla con la finalidad de formar una trampa para capturar los macroinvertebrados.



**Figura 4.** Materiales para colecta de macroinvertebrados

- Ubicación de las zonas para la colecta de especies

Para la colecta de los especímenes de macroinvertebrados se realizaron en total 8 salidas de campo a las fuentes de agua, donde se procedió a seleccionar el sitio adecuado del muestreo, se consideró que las condiciones del sitio sean adecuadas,

como: las debidas seguridades para la recolección de macroinvertebrados y accesibilidad a los puntos de muestreo. Se georreferenció el punto donde se realizó el muestreo y todos aquellos datos relevantes fueron registrados en el formato de Ficha para esta actividad (ver, Anexo 2, ficha 3).

- Recolección de macroinvertebrados

Seleccionado el sitio adecuado para el muestreo se procedió a la selección de la técnica de recolección más adecuado por cada una de las fuentes de agua:

Al presenciar la existencia de piedras u hojarasca en el sitio seleccionado para el muestreo de la calidad del agua de la fuente se eligió la técnica de recolectar todos los macroinvertebrados posibles presentes con pinzas metálicas, recalando que la revisión de las rocas y hojarasca fue minuciosa, los especímenes recolectados fueron almacenados en frascos etiquetados de 100 ml que contenían una solución de alcohol al 70%, se estableció que esta técnica se la realizaría en un lapso de tiempo mínimo de 30 minutos con la finalidad de recolectar la mayor cantidad de macroinvertebrados posible.

En las fuentes de agua torrentosas y cuya profundidad sobrepasaba los 45 cm, se seleccionó la técnica de recolección de macroinvertebrados señalada por Carrera y Fierro, 2001, que consiste en emplear la red de patada, inicialmente se procedió a la colocación de la red a 5 metros del sitio seleccionado para el muestreo (denominado punto A), tratando en lo posible de que cubriese todo el ancho del cauce y aferrándola al sitio con una inclinación de 45° (punto B), mientras se mantenía en el punto B la red, desde el punto A se removía el fondo del cauce, con la finalidad de que la red capture en lo posible los macroinvertebrados presentes en esa fuente, los especímenes atrapados fueron colocados en una bandeja de fondo blanco para su limpieza y posteriormente colocados en frascos etiquetados de 100 ml, con una solución de alcohol al 70%, para esta técnica se estableció hacer el muestreo por 30 minutos mínimo.

Como sugiere Toledo, 2015, en las fuentes de agua con corrientes más o menos torrentosas y profundidad no superior a 45 cm la técnica usada para la recolección de macroinvertebrados fue la red surber, la que se colocó y fijó en el fondo del cauce, ya aguas arriba se removió el lecho del río para que los macroinvertebrados sean capturados en la red, los organismos capturados se depositaban en una bandeja blanca para limpiarlas, luego se las almacenaba en frascos etiquetados de 100 ml, con alcohol al 70%, esta técnica se la repitió por el lapso de 30 minutos. Por cada punto muestreado, se emplearon dos técnicas de recolección de macroinvertebrados combinados.

- Identificación de macroinvertebrados o ubicación taxonómica

Para determinar la calidad agua de cada una de las muestras de macroinvertebrados recolectados se empleó el Índice Biótico Andino (ABI) (Cordero, 2015), las muestras recolectadas y etiquetadas, se transportaron y almacenaron en un sitio seguro para su identificación; por cada una de las muestras a cada espécimen recolectado se lo ubica taxonómicamente en cada una de las familias a las que pertenecen, esta ubicación se la hizo con la ayuda de la tabla de especímenes de macroinvertebrados propia del método ABI, la misma que se puede observar en la Ficha de identificación de Macroinvertebrados (ver, Anexo 2, ficha 3); al finalizar este paso se realiza la sumatoria de los puntajes o valores que este método le asigna a cada especie encontrada, y con la ayuda de la escala ABI (ver, tabla 4) se establece la calidad de agua de cada una de las fuentes hídricas muestreadas.

**Tabla 4**

Escala ABI para la determinación de la calidad del agua

<b>Calidad</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Color</b>
Excelente	> 70	Azul
Buena	45 – 70	Verde
Regular	27 – 44	Amarillo
Mala	11 – 26	Anaranjado
Muy mala	< 11	Rojo

Fuente: Loayza, 2016

### **3.3.3. Construcción de estrategias de conservación y protección del recurso agua incluyendo procesos de participación con las comunidades.**

Para realizar la construcción de estrategias de conservación y protección de las fuentes de agua se estableció como unidad de análisis trabajar con la microcuenca, se realizó el análisis de cada una de las fuentes de agua para identificar las problemáticas que estas presentan y determinar posibles soluciones.

- **Identificación de la problemática por cada fuente de agua**

En cada una de las salidas de campo realizadas en las fases anteriores se registró en una libreta de campo cada una de las posibles problemáticas que se percibían en ellas, cabe recalcar que para cumplir esta etapa la técnica utilizada fue la observación, además se utilizaron los Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial de San Pablo del Lago, 2015 y de Imbabura, 2015, con el fin de corroborar la información obtenida y utilizar aquella información relevante que sea útil para cumplir con este objetivo.

- **Diagnóstico participativo de los problemas identificados en las fuentes de agua**

Se ejecutaron tres reuniones con los pobladores, se empleó la metodología explicada en la Asociación de Municipios Vasco -EUDEL-, 2008; para la ejecución de un proceso participativo; en cada reunión se presentaron los resultados alcanzados hasta ese punto, donde se expuso el número de fuentes encontradas, la calidad y cantidad de agua en cada una de ellas y la problemática que se identificó.

Con el propósito de que la población se empodere de este estudio, en cada una de las reuniones se analizó la problemática que sufre cada una de las fuentes de agua y se solicitó a los asistentes intervenir para que ellos propongan sus propias medidas de conservación y emitan comentarios de lo que se les mostro; además se realizó un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) de la parroquia, en donde participó activamente la ciudadanía.

- **Priorización de las problemáticas identificadas en las fuentes**

Para determinar el grado de alteración que cada problema provoca a la fuente se creó una matriz de priorización, se usó la metodología propuesta por el Ministerio de Salud de Perú, 2012, que consiste en valorar en base a criterios como frecuencia, importancia, factibilidad y magnitud el grado de afectación que posee un problema sobre un factor o elemento estudiado, esta metodología sirvió para la valoración del grado de afectación que poseen cada uno de los problemas encontrados en las fuentes de agua y así reconocer cuál de ellos es el de mayor afectación a las fuentes hídricas. Como se indicó existen criterios que permiten la valoración de los problemas los mismos que se conocen a continuación:

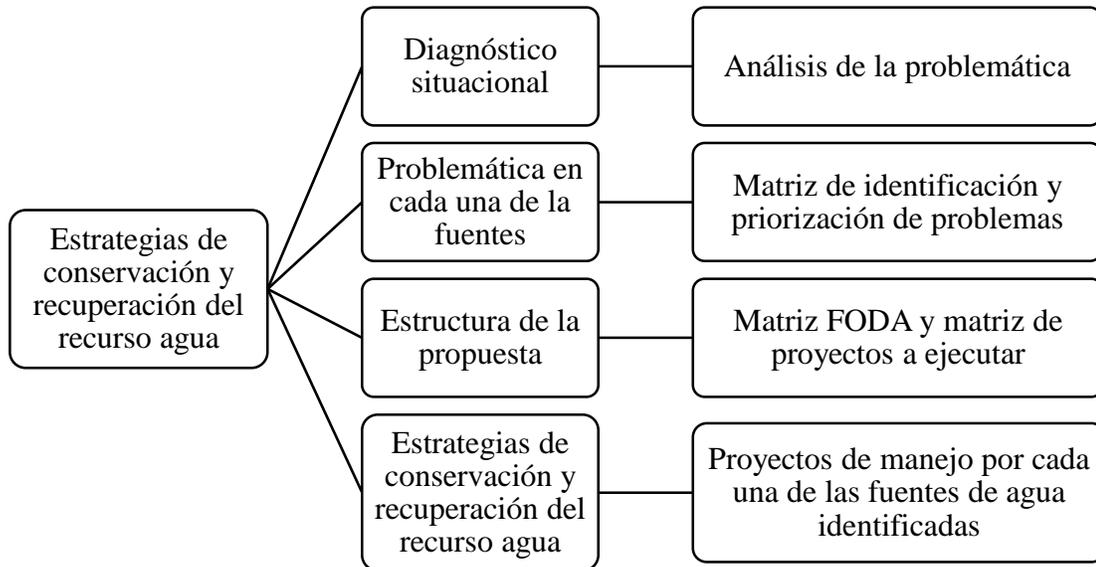
- Frecuencia: ¿Qué tan a menudo se presenta el problema?
- Importancia: ¿Cuáles son los problemas más importantes y que requieren pronta solución?
- Factibilidad: es posible o no resolver el problema
- Magnitud: grado de afección del problema

Se procedió a valorar de acuerdo al grado de afección siendo las calificaciones de 5, 3 y 1, lo que equivale a alto, medio y bajo respectivamente, para cada uno de los criterios (frecuencia, importancia, factibilidad y magnitud).

- **Elaboración de las estrategias y proyectos**

Identificados y priorizados los problemas que afectan a cada una de las fuentes de agua, y con la ayuda del FODA construido, donde se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se presenta en la parroquia, se efectuó un cruce de esta información para construir las estrategias de conservación y protección del recurso agua que más se adapten al sitio de estudio, además esta información permitió la elaboración de los proyectos orientados a mitigar y reducir la afección de los problemas en las fuentes de agua.

En la Figura 5, se establece el proceso seguido para la construcción de las estrategias de conservación y protección de las fuentes de agua de la parroquia San Pablo del Lago.



**Figura 5.** Proceso de la construcción estrategias de conservación y recuperación del recurso agua

### 3.4. Consideraciones bioéticas

Es necesario recalcar que para este estudio las actividades que presumiblemente requirieron de la modificación o experimentación con elementos naturales, fueron, la identificación de fuentes de agua y la recolección de macroinvertebrados, se trató en lo posible de respetar los principios bioéticos, para este caso: precaución, evitando el no alterar la armonía de la naturaleza, y responsabilidad, recolectando los macroinvertebrados sin alterar su hábitat y al manejar las muestras adecuadamente y únicamente con fines de investigación.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados determinan la situación actual de las fuentes de agua del sitio de estudio, además de contar con la evaluación de la calidad y la cantidad de las fuentes hídricas se presenta una propuesta de estrategias de conservación y protección de los recursos hídricos.

#### **4.1. Comunidades y microcuencas existentes en la parroquia San Pablo del Lago.**

Los resultados de este objetivo permitieron determinar el sistema indicado para la construcción de las estrategias de conservación y protección de los recursos hídricos, pudiendo ser las comunidades o las microcuencas de la parroquia.

##### **4.1.1. Socialización del proyecto**

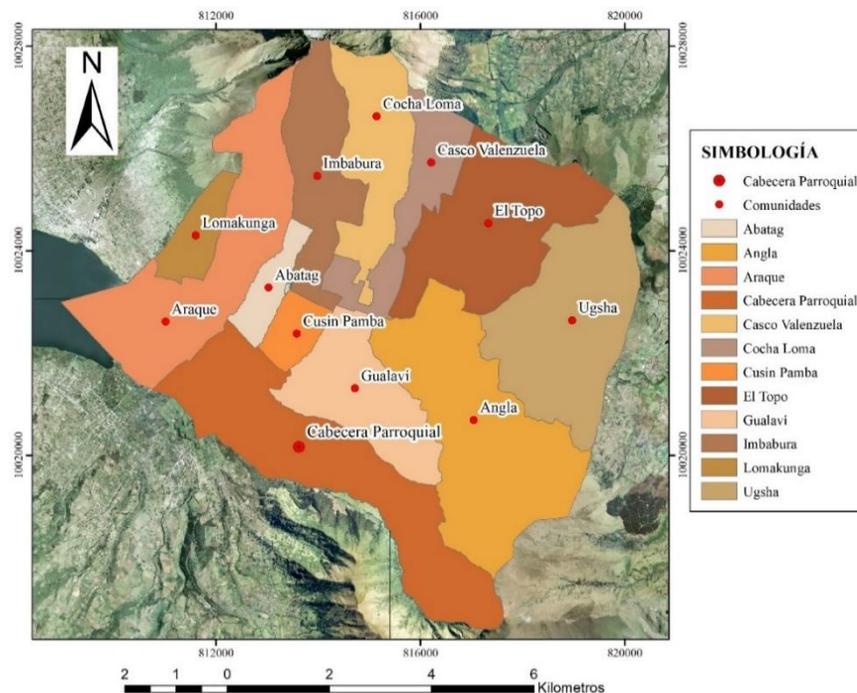
Se llegaron a acuerdos entre los actores claves de la parroquia San Pablo del Lago y el autor de la presente investigación en cada una de sus etapas, los que se detallan a continuación:

- Facilitar toda la información requerida al tesista por parte del GAD parroquial de San Pablo del Lago, se entregaron el PDOT de la parroquia San Pablo del Lago y 18 mapas en formato JPEG en formato digital.
- Se firmó un acta Compromiso de los presidentes de los cabildos en donde se comprometen a proporcionar la información necesaria para definir los límites de cada una de las comunidades que ellos preceden y toda aquella información que el tesista requiera para la ejecución de la presente investigación.
- Acompañamiento en cada una de las salidas de campo planificadas.
- Realización de reuniones para construir las estrategias de conservación y protección de los recursos hídricos.

#### 4.1.2. Delimitación de las comunidades de la parroquia San Pablo del Lago

Para ejecutar esta y las demás actividades planteadas en el presente estudio primero se determinó los límites parroquiales con los que se trabajará, es menester recalcar que debido a las múltiples delimitaciones que existen de la parroquia San Pablo del Lago por entes estatales se estableció trabajar con los límites parroquiales que fueron facilitados por el GAD San Pablo del Lago en formato SHP, los mismos que fueron corregidos en el programa Arc GIS 10.5, ya que presentaban algunas incongruencias.

Para determinar los límites de las comunidades del área de estudio se utilizó la imagen satelital tipo Ortofoto (SIGTIERRAS, 2014) de la parroquia San Pablo del Lago disponible en el portal SIGTIERRAS perteneciente al Ministerio de Agricultura y Ganadería, misma que debió ser procesada y georreferenciada en el programa ArcGis 10.5; más con la ayuda de los presidentes de los cabildos comunitarios se fijaron los límites de la siguiente manera (figura 6).



**Figura 6.** Comunidades de la parroquia San Pablo del Lago

Establecidos los límites de las comunidades, se procede a determinar la superficie de cada una de ellas, las que se presentan en la tabla 5, este dato únicamente sirve para determinar la superficie total de la parroquia, ya que, desde la perspectiva de los presidentes de los cabildos, aún no se han establecido los límites definitivos entre comunidades.

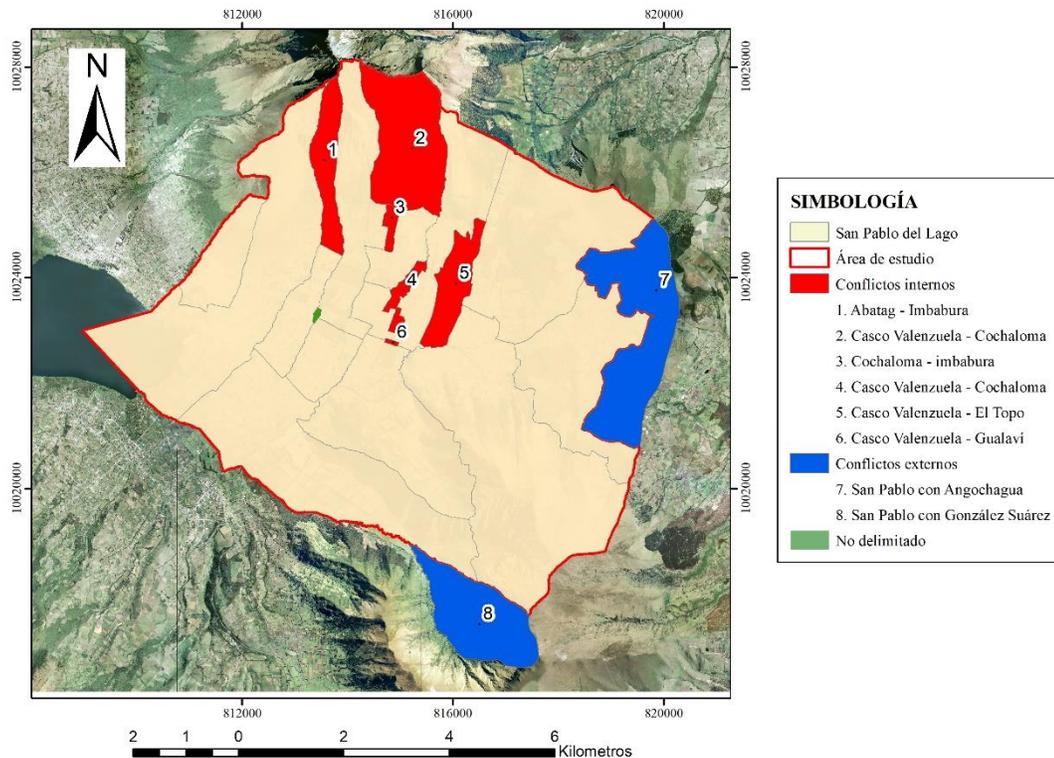
**Tabla 5**

Superficie de las comunidades de la parroquia San Pablo del Lago

<b>Comunidad o sector</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
Abatag	1,43
Angla	11,23
Araque	9,02
Casco Valenzuela	4,84
Cocha Loma	3,72
Cusín Pamba	1,29
El Topo	8,13
Gualaví	5,21
Imbabura	4,84
Lomakunga	1,68
Ugsha	8,89
Cabecera Parroquial	10,65
No delimitado	0,03
<b>TOTAL</b>	<b>70,95</b>

La superficie parroquial de acuerdo al PDOT actualizado de San Pablo del Lago, 2015 es de 64,08 km<sup>2</sup>, pero con la sumatoria de las superficies definidas con los presidentes de las comunidades en este estudio se determinó una superficie parroquial de 70,95 km<sup>2</sup>, corroborando que, al momento de delimitarla para usarlo en el PDOT parroquial, el GAD de San Pablo del Lago no había tomado en cuenta las sugerencias y opiniones emitidas por los dirigentes comunitarios, entregando u otorgando zonas que por años pertenecían a la parroquia San Pablo del Lago a parroquias vecinas.

Como se supo mencionar con anterioridad se trabajará con los límites de la parroquia proporcionados por el GAD San Pablo del Lago, al interponer esta información y la información proporcionada por los presidentes comunitarios se estableció tal como se muestra en la figura 7, zonas territoriales que presentan algún tipo de conflicto dentro y fuera de San Pablo del Lago.



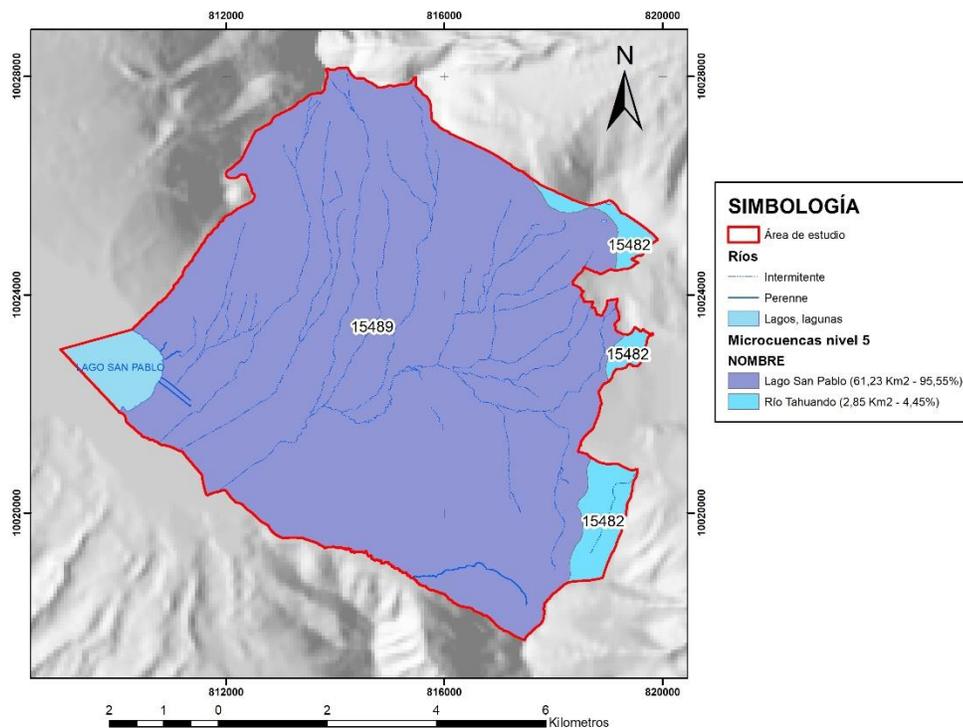
**Figura 7.** Zonas de conflicto territorial en San Pablo del Lago

Al realizar un análisis de la información se comprueba que la parroquia San Pablo del Lago posee 9 zonas consideradas de conflicto territorial: 6 dentro de la parroquia, entre comunidades (siendo la comunidad Casco Valenzuela la que presenta más problemas de territorio, con 4), 2 con otras parroquias (González Suárez y Angochagua), y 1 en donde no se ha definido a cuál comunidad pertenecer, desmintiendo las aseveraciones de las autoridades locales que aseguran que la parroquia ha solucionado sus conflictos territoriales, siendo necesario con la ayuda de esta información llegar a acuerdos donde se solventen estos problemas definitivamente y que la comunidad sea parte de ello.

#### 4.1.3. Delimitación de las microcuencas dentro del sitio de estudio

Para la delimitación de microcuencas localizadas dentro del área de estudio, se utilizó la capa de unidades hidrográficas del Ecuador nivel 5, escala 1:50 000, disponible en el portal web del Sistema Nacional de Información (SNI, 2014), la parroquia San Pablo del Lago se ubica en: Nivel 1 - Vertiente del Pacífico, 1; Nivel 2 – Unidad Hidrográfica 15; Nivel 3 - Cuenca del río Mira, 154; Nivel 4 - Cuenca del Río Ambi, 1548 y Nivel 5, dentro de las microcuencas del Lago San Pablo, 15489 y del Río Tahuando, 15482.

En la figura 8 se muestran las microcuencas nivel 5 que se encuentran dentro de la parroquia San Pablo del Lago.



**Figura 8.** Microcuencas nivel 5 dentro de la parroquia San Pablo del Lago

De la figura anterior, se puede mencionar que la microcuenca del Lago San Pablo es la que más territorio abarca dentro de la parroquia con 61.23 km<sup>2</sup>, seguido de la microcuenca del Río Tahuando con 2,85 km<sup>2</sup>. Con esta información y empleando el

manual del procedimiento de delimitación y codificación de unidades hidrográficas de la SENAGUA (2009), se consiguen delimitar hasta el nivel 6, las unidades hidrográficas del Lago San Pablo y del Río Tahuando. Los resultados de la delimitación se muestran en las tablas 6 y 7, y en el Anexo 1, mapa 3.

**Tabla 6**

Delimitación y codificación de la microcuenca del Río Tahuando

Unidad hidrográfica nivel 5		Unidades hidrográficas nivel 6		
Nombre	Código	Nombre	Código	Tipo
Río Tahuando	15482	Laguna Yahuarcocha	154820	Cuenca interna
		Unidad Hidrográfica	154821	Intercuenca
		Río Chorlaví	154822	Cuenca
		Unidad Hidrográfica	154823	Intercuenca
		Río Cariacu	154824	Cuenca
		Unidad Hidrográfica	154825	Intercuenca
		Quebrada La Rinconada	154826	Cuenca
		Unidad Hidrográfica	154827	Intercuenca
		Quebrada Guayrapungu	154828	Cuenca
Unidad Hidrográfica	154829	Intercuenca		

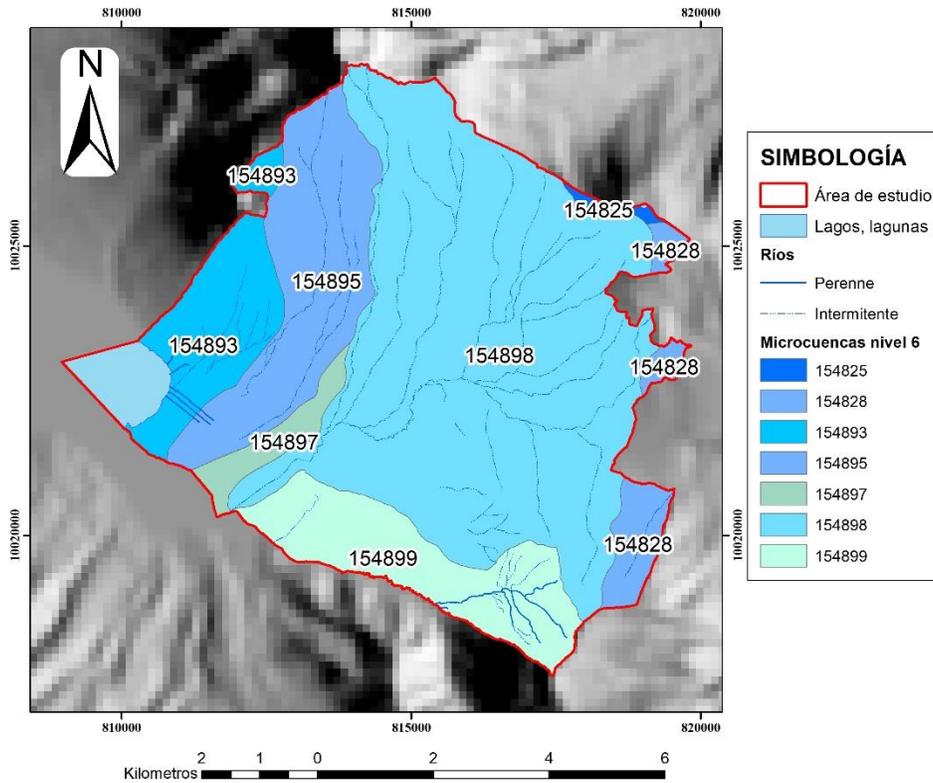
De las microcuencas nivel 6 de la Microcuenca del Río Tahuando, las que se encuentran dentro de la parroquia son: Quebrada Guayrapungu, código 154828 y Unidad hidrográfica 154825, como se muestra en la figura 9.

**Tabla 7**

Delimitación y codificación de la microcuenca del Lago San Pablo

Unidad hidrográfica nivel 5		Unidades hidrográficas nivel 6		
Nombre	Código	Nombre	Código	Tipo
Lago San Pablo	15489	Unidad Hidrográfica	154891	Intercuenca
		Río Machángara	154892	Cuenca
		Unidad Hidrográfica	154893	Intercuenca
		Quebrada Santo Domingo	154894	Cuenca
		Quebrada Araque	154895	Intercuenca
		Quebrada San Agustín	154896	Cuenca
		Quebrada La Cruz	154897	Intercuenca
		Quebrada Cusín	154898	Cuenca
		Río Itambi	154899	Intercuenca

De las microcuencas nivel 6 de la Microcuenca del Lago San Pablo, las que se encuentran dentro de la parroquia son: Unidad Hidrográfica 154893; Quebrada Araque, código 154895; Quebrada La Cruz, código 154897; Quebrada Cusín, código 154898 y Río Itambi, código 154899. Como se muestra en la figura 9.



**Figura 9.** Microcuencas nivel 6 dentro de la parroquia San Pablo del Lago

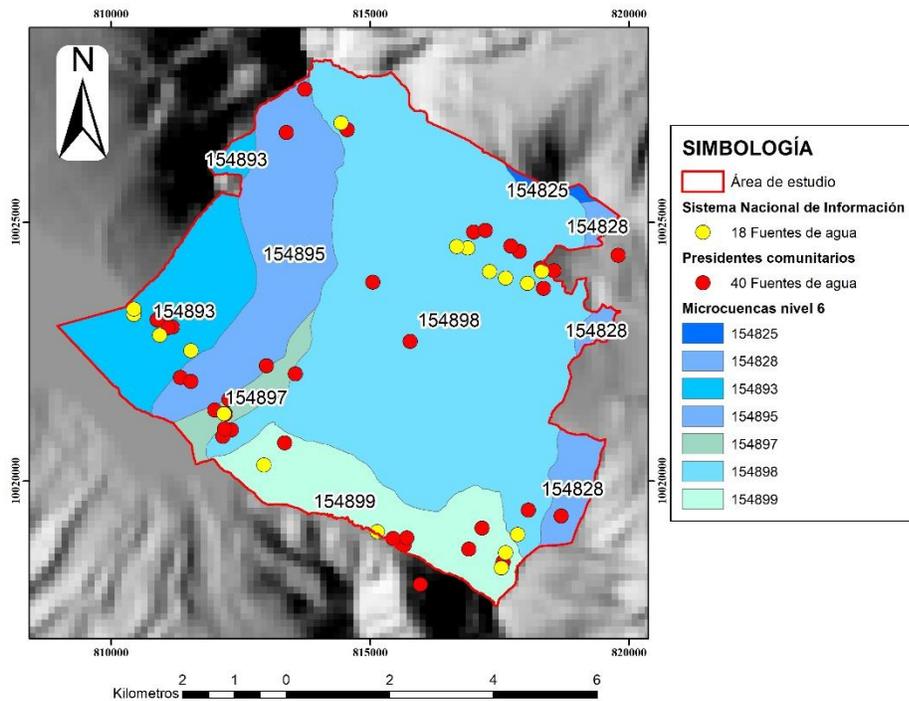
#### **4.2. Análisis de la calidad y cantidad de agua de las fuentes hídricas**

Este objetivo buscó identificar la situación del agua en sus fuentes de origen, mediante la determinación de parámetros como la calidad y cantidad, lo que permitió conocer el grado de afectación que estas presentan.

##### **4.2.1. Ubicación de las fuentes de agua**

Para determinar la ubicación y localización de las fuentes hídricas se contó con la información proporcionada por los presidentes de los cabildos comunitarios, quienes

en la imagen satelital tipo Ortofoto (SIGTIERRAS, 2014) que se les mostró señalaban las fuentes de agua que ellos creían existían en sus territorios comunitarios; además se descargó de la portal web del Sistema Nacional de Información (SNI) la capa de fuentes de agua del cantón Otavalo en formato shp, misma que se procesó en el software ArcGis 10.5, en la figura 10, se señala la ubicación de las fuentes de agua de la parroquia San Pablo del Lago.



**Figura 10.** Ubicación de las fuentes de agua de San Pablo del Lago

Al analizar la información adquirida y la figura 10, el número de fuentes de agua según los presidentes de los cabildos comunitarios es de 40, de las cuales, según el Sistema Nacional de Información, el número de concesiones registradas en SENAGUA son 18 fuentes. El contar con esta información permitió tener una idea de las fuentes de agua existentes en la parroquia San Pablo del Lago, las que se corroboraron o descartaron una a una al momento de realizar las salidas de campo, en donde se comprobó su existencia o ausencia, ya en campo se consiguió identificar 31 fuentes, las mismas que se muestran y detallan en la tabla 8 y el Anexo 1 mapa 4.

**Tabla 8**

Fuentes de agua identificadas en la parroquia San Pablo del Lago

Microcuenca		Fuente de agua					
Nivel 5	Nivel 6	Nombre	Coordenadas		Altura m.s.n.m.	Código	Con.*
			X	Y			
Río Tahuando (15482)	Quebrada						
	Guayrapungu (154828)	Tomaturo 2	818718.53	10019335.87	3596	A1	NO
		S/N	811400.78	10022373.83	2682	B1	NO
		Apangora 1	811120.68	10022955.27	2679	B2	NO
		Apangora 2	811110.96	10022959.97	2679	B3	NO
	Unidad	Apangora 3	811098.73	10022965.62	2680	B4	SI
	Hidrográfica	Sumak Yaku	810908.52	10023133.40	2679	B5	SI
	154893	Romero	810904.01	10023158.14	2682	B6	SI
		Araque	810662.13	10023129.79	2679	B7	SI
		Antamba	810626.22	10023220.95	2683	B8	SI
		Araguillin	810611.03	10023229.10	2682	B9	SI
	Quebrada	Imbabura	813378.55	10026737.29	3822	C1	SI
	Araque	Ojo Quinde	811339.16	10021956.82	2682	C2	SI
	(154895)	S/N	811354.48	10022059.68	2681	C3	NO
		S/N	811524.65	10022140.27	2681	C4	NO
	Quebrada La	Angélica	812296.16	10021576.22	2702	D1	NO
	Cruz	Clemencia	812186.01	10021307.14	2700	D2	SI
Lago San	(154897)	Justicia	812214.62	10021297.13	2701	D3	NO
Pablo		Potrero	812055.58	10020941.94	2700	E1	NO
(15489)		Gaglio	812173.13	10020855.37	2701	E2	SI
		Pogyo					
		R. Proaño	812316.19	10021011.30	2702	E3	NO
	Quebrada	Tomaturo 1	818047.38	10019423.15	3572	E4	SI
	Cusín	S/N	815055.49	10023851.58	2960	E5	NO
	(154898)	Dausa Pogyo	817019.15	10024709.48	3125	E6	SI
		Puma Pogyo	817888.48	10024445.43	3195	E7	SI
		Pichacho	814579.02	10026679.69	3805	E8	SI
		Carbon					
		Pogyo	818562.39	10024064.39	3356	E9	SI
		SanFrancisco	817289.25	10019098.10	3432	F1	SI
		La					
	Río Itambi	Compañía	817564.58	10018464.46	3586	F2	SI
	(154899)	Potrerrillo	815659.36	10018759.63	2795	F3	NO
		Proaño	815722.30	10018901.26	2810	F4	SI
		Agua Güitig	815441.92	10018888.38	2770	F5	NO

Con.\*: Fuente de agua concesionada por SENAGUA

De las 7 microcuencas nivel 6 identificadas en la parroquia San Pablo del Lago, en 6 de ellas podemos encontrar fuentes de agua, siendo la unidad hidrográfica 154825 la única donde no se pudo identificar ni localizar fuente alguna, pero por abarcar territorio alto andino se recomienda mantener sus características ambientales con el fin de mantener su estructura y preservar sus recursos naturales; además las microcuencas Unidad Hidrográfica 154893 y Quebrada Cusín (154898) son en las que más fuentes hídricas se localizaron.

#### 4.2.2. Medición de caudales de las fuentes de agua

Antes de proceder a la medición de los caudales fue indispensable definir la época seca del territorio, ya que la idea del presente estudio siempre fue determinar la cantidad de agua de las fuentes permanentes para conocer la cantidad de agua real existente en la parroquia.

- **Caracterización meteorológica del área de estudio**

Se utilizó la estación meteorológica El Topo (M0321) detallada en la tabla 9, disponible en la página web del Instituto de Meteorología e Hidrología (INAMHI), de la que se recogió la mayor parte de la información que se ha procesado a lo largo de los años con la finalidad de establecer los meses donde la cantidad de lluvia es menor.

**Tabla 9**

Estación meteorológica El Topo (M0321)

Estación Meteorológica	Nombre	Coordenadas		Altitud m.s.n.m.	Período datos
		X	Y		
M0321	El Topo	815231	10023026	2860	1990-2012

Fuente: INAMHI, 2015

Los datos climatológicos de temperatura y precipitación registrados en la estación El Topo (M0321), que se procesaron y analizaron para el presente estudio, dentro del período 1990 – 2012 se muestra en la tabla 10.

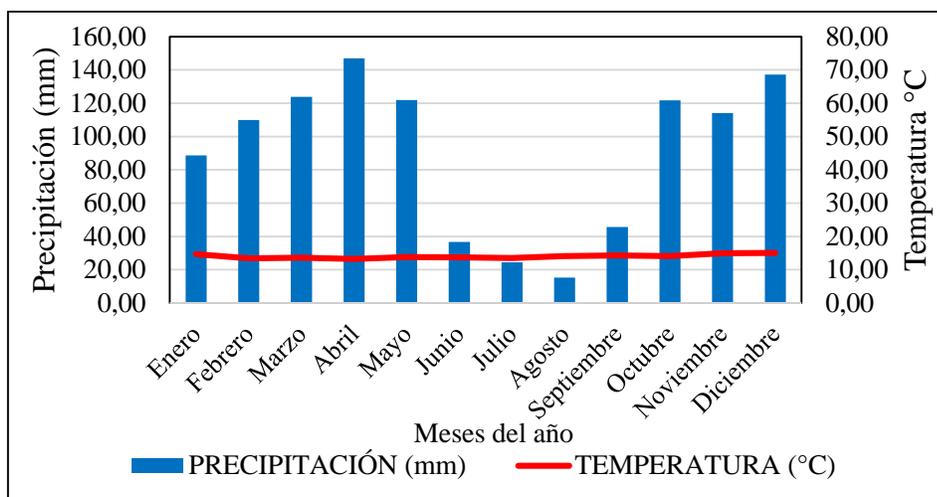
**Tabla 10.**

Datos climatológicos de la estación meteorológica El Topo

Mes del año	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	88,68	14,6
Febrero	109,81	14,6
Marzo	123,84	14,8
Abril	147,04	14,8
Mayo	121,97	14,8
Junio	36,68	14,6
Julio	24,47	14,2
Agosto	15,39	14,4
Septiembre	45,63	14,7
Octubre	121,82	15,0
Noviembre	114,07	15,0
Diciembre	137,12	14,9
<b>Promedio</b>	90,54	14,04

Fuente: INAMHI, 2015

Para ejecutar un análisis más íntegro de la información de la tabla 10 se creó un diagrama ombrotérmico de los datos climatológicos de temperatura y precipitación de la estación meteorológica El Topo, en la figura 11, se observa que la precipitación se encuentra distribuida en dos épocas lluviosas claramente marcadas (enero a mayo y octubre a diciembre), los meses secos se distinguen entre junio y septiembre. El mes más lluvioso es abril con 147,04 mm de precipitación y el más seco es agosto con 15,39 mm. Este diagrama permitió determinar los meses en que se ejecutaron la medición de los caudales de las fuentes de agua existentes en la parroquia San Pablo del Lago, que fueron los meses de agosto y septiembre, es importante mencionar que se realizó este muestreo en estos meses debido a que en esta época se puede conocer la cantidad real de agua de las fuentes.



**Figura 11.** Diagrama Ombrotérmico de la estación El Topo (M0321)

- **Análisis de la cantidad de agua**

Las fuentes de agua se midieron empleando el método volumétrico para medir caudales pequeños y el método de flotador para caudales grandes, se realizaron 10 repeticiones por cada punto identificado para reducir el grado de error del aforo, algo a señalar es que debido a que los resultados con el método de flotador arrojaron datos en m<sup>3</sup>/s se los transformó a l/s, ya que esta es la unidad con la que se trabajó en todo este estudio, en la tabla 11, se detallan los resultados de este muestreo.

**Tabla 11.**

Caudal de las fuentes de agua medidas en la época seca

Microcuenca	Código	Fuente de agua	Caudal (l/s)	
			Volumétrico	Flotador
Quebrada Guayrapungu Código: 154828	A1	Tomaturo 2	0,64	
	B1	S/N	0,48	
Unidad Hidrográfica Código 154893	B2	Apangora 1		47,00
	B3	Apangora 2		63,00
	B4	Apangora 3		89,00
	B5	Sumak Yaku		136,00
	B6	Romero	1,46	
	B7	Araque	1,93	
	B8	Antamba	3,59	
	B9	Araguillin	0,04	

Quebrada Araque Código: 154895	C1	Imbabura	0,04	153,00
	C2	Ojo del Quinde		
	C3	S/N	1,80	
	C4	S/N	0,06	
Quebrada La Cruz Código: 154897	D1	Angélica	18,42	
	D2	La Clemencia	3,84	
	D3	Justicia	0,04	
Quebrada Cusín Código: 154898	E1	Potrero	0,03	
	E2	Gaglio Pogyo	0,08	
	E3	R. Proaño	0,04	
	E4	Tomaturo 1	4,27	
	E5	S/N	0,03	
	E6	Dausa Pogyo	0,02	
	E7	Puma Pogyo	0,39	
	E8	Pichacho	0,35	
	E9	Carbon Pogyo	0,13	
Río Itambi Código: 154899	F1	San Francisco	6,89	
	F2	La Compañía	1,64	
	F3	Potrerrillo	0,33	
	F4	Proaño	0,50	
	F5	Agua de Güitig	0,07	
<b>TOTAL</b>			<b>47,11</b>	<b>488,00</b>
				<b>535,11</b>

Del total de vertientes existentes en la parroquia San Pablo del Lago, la cantidad de agua que emanan todas ellas en conjunto es 535,11 l/s, siendo la vertiente Ojo del Quinde la que posee el caudal de agua más abundante con 153,00 l/s, De las fuentes de agua muestreadas se puede mencionar que estas actualmente presentan una tendencia a disminuir sus caudales, provocado generalmente por el manejo inadecuado que se les da, lo que se ha comprobado en las salidas de campo.

#### 4.2.3. Análisis de la calidad del agua

La calidad del agua de las fuentes hídricas se determinó empleando el método de recolección de macroinvertebrados, aplicando el Índice Biótico Andino (ABI), colocadas cada una de las especies de las muestras recolectadas en la tabla de la Ficha de recolección de macroinvertebrados (ver, Anexo 3, Ficha 3) y sumados los puntajes

otorgados por el método ABI se determinó la calidad de cada una de las fuentes, dato que se presenta en la tabla 12.

**Tabla 12**

Calidad del agua de las fuentes hídricas empleando el índice ABI

Microcuenca	Código	Fuente de agua	Calidad	
			Puntaje	Valoración
Quebrada Guayrapungu 154828	A1	Tomaturo 2	35	Regular
	B1	S/N	30	Regular
Unidad Hidrográfica 154893	B2	Apangora 1	30	Regular
	B3	Apangora 2	37	Regular
	B4	Apangora 3	24	Mala
	B5	Sumak Yaku	30	Regular
	B6	Romero	27	Regular
	B7	Araque	28	Regular
	B8	Antamba	31	Regular
	B9	Araguillin	31	Regular
Quebrada Araque 154895	C1	Imbabura	41	Regular
	C2	Ojo del Quinde	34	Regular
	C3	S/N	43	Regular
	C4	S/N	16	Mala
Quebrada La Cruz 154897	D1	Angélica	37	Regular
	D2	La Clemencia	30	Regular
	D3	Justicia	25	Mala
Quebrada Cusín 154898	E1	Potrero	16	Mala
	E2	Gaglio Pogyo	36	Regular
	E3	R. Proaño	21	Mala
	E4	Tomaturo 1	27	Regular
	E5	S/N	1	Muy mala
	E6	Dausa Pogyo	41	Regular
	E7	Puma Pogyo	29	Regular
	E8	Pichacho	41	Regular
	E9	Carbon Pogyo	16	Mala
Río Itambi 154899	F1	San Francisco	48	Buena
	F2	La Compañía	33	Regular
	F3	Potreriillo	18	Mala
	F4	Proaño	41	Regular
	F5	Agua de Güitig	15	Regular

De las 31 fuentes de agua muestreadas, la Vertiente San Francisco es la única que posee una calidad de agua, buena; además, la Vertiente D2 posee una calidad de agua, muy mala. Además, recalcar que existen 21 fuentes de calidad de agua, regular y 7 fuentes con calidad de agua, mala, por lo que es importante ejecutar alternativas de cuidado lo más pronto posible para mantener una calidad de agua aceptable, siendo necesario que la comunidad conozca de los resultados encontrados.

Generalmente las fuentes hídricas que presentaron una calidad de agua Mala y Muy Mala son aquellas en donde la actividad humana es más perceptible y notoria, por lo que se sustenta que el humano es el principal contaminador de los recursos hídricos en la parroquia siendo su responsabilidad la futura recuperación, protección y conservación, ya que es su deber su cuidado caso contrario como lo han comentado varias personas, a la velocidad con la que se están reduciendo los caudales de las fuentes en un futuro no se descarta la desaparición de algunas fuentes más, siendo este estudio el punto de partida para determinar las acciones que se tomen.

#### **4.3. Estrategias de conservación y protección del recurso agua de las fuentes hídricas**

Con los resultados ya alcanzados en las etapas anteriores encontrar las estrategias de conservación y protección del recurso agua más apropiadas es cuestión de utilizar toda la información recopilada en un bien común, el manejo adecuado de los recursos hídricos y su conservación.

##### **4.3.1. Diagnóstico participativo para la identificación de los problemas en las fuentes de agua y sus posibles soluciones**

Para construir las estrategias de conservación y protección del recurso agua en el sitio de estudio se identificó la problemática encontrada en las fuentes de agua y sus zonas aledañas, y se priorizó cada una de ellas según su grado de afectación. Los problemas identificados en las fuentes de agua se detallan en la tabla 13.

### Tabla 13

#### Matriz de problemas identificados en las fuentes hídricas



**Figura 12.** Lavado de ropa, vertientes B4, B5 y B8

#### **Problema identificado:**

Agua usada para la lavandería de ropa y enseres domésticos, según se comenta quienes realizan ésta práctica lo hacen por los siguientes motivos: costumbre, no cuentan con una lavandería en sus viviendas, reducción del pago de este servicio en los hogares.



**Figura 13.** Avance de la frontera agrícola, vertientes E6, F3, F4

#### **Problema identificado:**

Avance de la frontera agrícola, eliminando los remanentes de vegetación natural para reemplazarlos por cultivos agrícolas o forestales, o usarlos como zonas de pastoreo de ganado.



**Figura 14.** Descarga de aguas negras y grises en las vertientes C3, D1, E5

#### **Problema identificado**

Debido a la falta de mantenimiento del sistema de alcantarillado existente en parte de la parroquia, existen sitios puntuales donde existe fugas de aguas servidas las que se descargan en las fuentes de agua.



**Figura 15.** Presencia de maleza, vertientes B7, B9, D1, D3, E1, E5, E9, F3, F5

#### **Problema identificado:**

Crecimiento de maleza en las fuentes agua, provocando que esta se represe, no circule normalmente y por consiguiente se estanque; cambiando las características del suelo, tornándolo fangoso y de un olor desagradable.



**Figura 16.** Incendios afectando a las vertientes A1, C1, E4, E8

**Fuente:** Sebastián Pérez

**Problema identificado:**

Los motivos para provocar incendios son: avance de la frontera agrícola con fines agrícolas, ganaderos y forestales; piromanía; creencias que quemando se llama a la lluvia.



**Figura 17.** Presencia de cultivos cerca de las vertientes C2, B6, B8, D2, E3

**Problemas identificados:**

Presencia de cultivos cerca de las fuentes de agua, que debido a la cantidad de insumos químicos que requieren para su cuidado, contaminan el agua, puesto que muchos de estos químicos son demasiado fuertes.



**Figura 18.** Presencia de tubería en las vertientes C2, C3, D1, D2, F4

**Problema identificado:**

Instalación clandestina de tuberías en las fuentes agua, para captarla en riego, lo que en algunos casos reduce su caudal considerablemente.



**Figura 19.** Presencia de ganado en las fuentes de agua y en sus alrededores en las vertientes B1, B2, B7, B8, B9, C2, D1, D3, E1, E9, F3, F4

**Problema identificado:**

Presencia de ganado, lo que ha modificado las características del lecho del río, las características del suelo y la calidad del agua.

---



**Figura 20.** Cría de peces en la vertiente B6

**Problema identificado:**

Presencia de criaderos de peces en las fuentes de agua lo que reduce su calidad.



**Figura 21.** Presencia de desechos orgánicos e inorgánicos presente en casi todas las vertientes

**Problema identificado:**

Presencia de desechos inorgánicos y desechos orgánicos en las fuentes de agua y sus alrededores generando una mala imagen visual y olores desagradables.

---

Como se indica en la tabla 13, la presencia de ganado y desechos orgánicos e inorgánicos en las fuentes hídricas son los problemas más recurrentes y de más frecuencia, por lo que las medidas a aplicar en las fuentes de agua deben estar encaminadas a un mayor control de estas problemáticas y de las otras que se destacan en la tabla 13, dentro de estas soluciones podemos destacar la siguientes: manejo y control de las actividades antropogénicas, reforestación de las zonas aledañas con plantas nativas, y realizar actividades de conservación y protección del recurso agua como campañas de educación ambiental e incentivar el turismo ecológico.

A través de la participación de los actores claves: Presidente del GAD parroquial, presidentes de los cabildos comunitarios y de la comunidad en general, se obtuvieron los problemas presentes en las fuentes de agua los mismos que en la tabla 14, se ponderaron de acuerdo a criterios como: frecuencia, importancia, factibilidad y magnitud; para establecer según su criterio su grado de afectación.

**Tabla 14**

Matriz de priorización de problemas existentes en las fuentes hídricas

Problema identificado	Criterios de valoración				Total
	Frec. <sup>1</sup>	Imp. <sup>2</sup>	Fact. <sup>3</sup>	Mag. <sup>4</sup>	
Uso del agua para lavandería	5	1	1	5	12
Avance de la frontera agrícola	3	3	5	5	16
Descarga directa de las aguas servidas	1	3	1	5	10
Crecimiento de maleza	5	1	1	1	8
Incendios en zonas cercanas a las vertientes	1	3	3	5	12
Presencia de cultivos de frutilla	1	1	1	3	6
Instalación de equipamiento para riego	1	1	3	1	6
Presencia de ganado	5	3	5	3	16
Crianza de peces	1	1	1	1	4
Presencia de desechos inorgánicos y orgánicos	5	3	1	3	12

**Fuente:** Ministerio de Salud de Perú, 2012<sup>1</sup> Frecuencia; <sup>2</sup> Importancia; <sup>3</sup> Factibilidad; <sup>4</sup> Magnitud

De los 10 problemas identificados en las fuentes de agua, la matriz de priorización de problemas permitió determinar que la presencia de ganado y el avance de frontera agrícola son los que más las afectan según el criterio de la población, por lo que su intervención con fines de minimizar su impacto se convierte en una prioridad. De igual manera se presentan problemas de un impacto menor, como presencia de cultivos de frutilla o instalación de equipamiento para riego que requieren atención, pero que desde la perspectiva de la sociedad su impacto en las fuentes de agua es leve.

#### **4.3.2. Construcción de las estrategias de conservación y recuperación del recurso agua**

La presente propuesta está enfocada en dar solución a los problemas presentes en las fuentes de agua existentes en el sitio de estudio, para aprovechar los recursos adecuadamente se han planteado estrategias de conservación y protección ambiental orientadas a cumplir la meta propuesta por el Ecuador de a 2021 reducir y remediar la contaminación de las fuentes hídricas (SENPLADES, 2017), iniciando en este caso con las fuentes de agua existentes en la parroquia San Pablo del Lago.

- **Análisis de la problemática**

Con la información obtenida en las observaciones que se realizaron en las salidas de campo, las entrevistas a los actores claves de la parroquia, y los talleres con la comunidad, se llegó a la conclusión que muchos de estos problemas tienen un origen antropogénico, generalmente siendo las consecuencias de aquellas actividades que el humano desempeña, donde al no medir sus actos modifica la estructura de la naturaleza, altera sus ciclos naturales y contamina muchos de los recursos naturales, esto es lo que para muchos de los pobladores de San Pablo provoca el deterioro de la calidad y cantidad de agua en la mayoría de las fuentes hídricas.

Por lo que para muchos de los involucrados en el estudio plantearon que medir nuestras acciones en la naturaleza y evitar contaminarla es una de las medidas que se pueden realizar para evitar su deterioro, muchas de las personas consultadas son conscientes de que la naturaleza y sus recursos naturales son indispensables para nuestro diario vivir, ya que sin el agua para beber o el aire para respirar nuestra supervivencia en este mundo no sería factible, existe un compromiso de ellos en ejecutar las acciones que se plantearán en fin de conservar y proteger los recursos hídricos puesto que su consigna actual es que sus futuras generaciones no se priven de lo que ellos tuvieron cuando eran niños, buscan heredar los mismos recursos que ellos recibieron a sus generaciones y de ser posible mejorarlos.

- **Diseño de una Matriz FODA**

En la tabla 15, se presenta la matriz FODA construida con la comunidad de San Pablo mediante un análisis de los aspectos relevantes de la parroquia, con esto lo que se busca es intentar solucionar los problemas encontrados, mediante la priorización de estrategias, por lo que analizando la información se intentará superar las debilidades presentadas en la parroquia con las oportunidades que se puedan generar, ya sea desde sectores internos o externos. Así mismo, se busca neutralizar las amenazas que generalmente son de carácter exógeno con las fortalezas encontradas.

**Tabla 15**

Matriz FODA de la parroquia San Pablo del Lago

<b>FORTALEZAS</b>	<b>OPORTUNIDADES</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presencia de tres Juntas de agua para consumo humano, encargadas de suministrar este líquido a la población, con una estructura organizada.</li> <li>• Conocimiento de la mayor parte de la población sobre la presencia de las vertientes en cada uno de sus territorios.</li> <li>• Niveles de calidad de agua en un rango aceptable, requiriendo para su uso tratamientos simples.</li> <li>• Apoyo por parte del ente Nacional sobre gestión hídrica SENAGUA.</li> <li>• Parte del territorio forma parte del proyecto de Declaratoria del Área Ecológica de Conservación del Taita Imbabura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se cuenta con una disponibilidad total de agua de 535,11.</li> <li>• Cuentan con el PDOT de la parroquia San Pablo del Lago vigente.</li> <li>• En fase de estudios para la Declaratoria de Área de protección con el fin de conservación de los recursos hídricos en el sector La Rinconada.</li> <li>• Entrega de títulos individuales y colectivos a la población por parte del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).</li> <li>• Capacitaciones por parte de personal de SENAGUA sobre manejo adecuado con fines de conservación de las fuentes de agua.</li> </ul>
<b>DEBILIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El recurso agua no se encuentra repartido igualitariamente en el territorio.</li> <li>• Zonas degradadas debido a las malas prácticas agrícolas que se empelan en los cultivos, lo que conlleva a la degradación de los suelos y consecuentemente su incapacidad de retención del agua.</li> <li>• Ausencia de Juntas de Riego que suministren adecuadamente el recurso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de compromiso a la hora de proteger las vertientes por parte de la población en general de la parroquia, lo que ha llevado a la desaparición de algunas de estas.</li> <li>• Presencia de prácticas agrícolas en tierras con pendientes pronunciadas, lo que produce su erosión.</li> </ul>

---

<p>agua y permitan su distribución en toda la parroquia.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos por el suministro y distribución del agua para consumo humano en las comunidades y la cabecera parroquial</li> <li>• Diversificación de cultivos poco frecuente</li> <li>• Descarga directa de aguas servidas en las vertientes</li> <li>• Falta de organización de las comunidades a la hora de ejercer un verdadero cuidado de las fuentes de agua.</li> <li>• El PDOT de la parroquia no cuenta con información referente a las vertientes existentes en la parroquia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quema de los páramos lo que reduce la capacidad para almacenamiento del agua subterránea.</li> <li>• Presencia de inundaciones en la parte baja de la parroquia</li> <li>• Condiciones ambientales no aptas para el crecimiento de plantas nativas en cada una de las fuentes de agua.</li> <li>• Uso de insumos químicos en el cultivo de frutillas lo que al infiltrarse al suelo y llegar al manto freático contaminan las recargas de agua subterráneas.</li> </ul>
---	--

---

Mediante el cruce de información presente en la matriz FODA es posible construir un conjunto de estrategias que vayan enfocadas a un verdadero cuidado del recurso hídrico, que es la principal meta de esta investigación. Al analizar cada una de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, identificadas en el sitio de estudio, se realizó el cruce respectivo y se generaron las estrategias de conservación y protección del recurso agua que se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16**

Cruce de la matriz FODA de la parroquia San Pablo del Lago

<b>ESTRATEGIAS</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
<p><b>Debilidades</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Distribución irregular del agua.</li> <li>2) Ausencia de Juntas de Riego</li> <li>3) Conflictos por el suministro y distribución del agua</li> <li>4) Diversificación de cultivos poco frecuente</li> <li>5) Descarga aguas servidas en las vertientes</li> <li>6) Zonas degradadas por malas prácticas agrícolas</li> <li>7) No fijación de los límites comunales.</li> <li>8) El PDOT de la parroquia sin información de las vertientes existentes en la parroquia.</li> </ol> <p><b>Amenazas</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Quema de los páramos.</li> <li>2) Presencia de inundaciones.</li> <li>3) Uso de insumos químicos en cultivos.</li> <li>4) Tierras agrícolas en pendientes pronunciadas.</li> <li>5) Condiciones no aptas para el crecimiento de plantas nativas en las fuentes de agua.</li> <li>6) Falta de compromiso a la hora de proteger las vertientes por parte de la población</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Tres Juntas de agua.</li> <li>2) Ubicación de las fuentes de agua.</li> <li>3) Calidad de agua aceptable.</li> <li>4) Apoyo de SENAGUA sobre gestión.</li> <li>5) Declaratoria del Área Ecológica de Conservación del Taita Imbabura</li> </ol> <p>(1y1): Estrategia de fortalecimiento de las Juntas de agua.</p> <p>(3y2): Estrategia de uso eficiente del recurso agua</p> <p>(1y5): Estrategia de protección de ecosistemas frágiles</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Disponibilidad de 535.11 l/s de agua.</li> <li>2) PDOT vigente.</li> <li>3) Declaratoria Área de protección para la conservación de La Rinconada.</li> <li>4) Con títulos individuales y colectivos.</li> <li>5) Capacitaciones.</li> </ol> <p>(2y1): Estrategia de incentivación para la creación de una Junta de agua de riego</p> <p>(4y5): Estrategia de Rotación de cultivos con fines de optimización en el uso del recurso agua</p> <p>(6y3): Estrategia de control y recuperación de áreas degradadas.</p>

Definidas y establecidas las estrategias mediante el cruce de la matriz FODA se procede a la construcción de una serie de proyectos que se detallan en la tabla 17, mismos que buscan resolver cada uno de los problemas encontrados en las fuentes de agua y sus zonas aledañas.

**Tabla 17**

Listado de proyectos a ejecutarse por cada fuente de agua

<b>Microcuenca nivel 6</b>	<b>Fuentes de agua</b>	<b>Proyectos</b>
Unidad Hidrográfica 154825	----	Conservación del páramo
Quebrada Guayrapungu 154828	A1	Reforestación y protección física de la fuente de agua, conservación del páramo
Unidad hidrográfica 154893	B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9	Reforestación y protección física de la fuente de agua, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua, construcción de piscinas para criadero de truchas, promover el turismo ecológico, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, creación de una Junta de agua de Riego.
Quebrada Araque 154895	C1, C2, C3, C4,	Reforestación y protección física de la fuente de agua, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, creación de una Junta de agua de Riego, conservación del páramo.
Quebrada La Cruz 154897	D1, D2, D3	Reforestación, protección física de la fuentes de agua, campaña de educación ambiental, uso de buenas prácticas agrícolas, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.
Quebrada Cusín 154898	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9	Cosechas de agua lluvia en reservorios, desviación del agua lluvia de las partes altas para evitar la inundación en la parte baja, uso de prácticas agrícolas amigables con el ambiente, promover el turismo ecológico, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.
Río Itambi 154899	F1, F2, F3, F4, F5	Promover el turismo ecológico, reforestación, protección de fuentes superficiales de agua, campaña de educación ambiental, mantenimiento y limpieza de las fuentes de agua.

- **Estrategias de conservación y recuperación del recurso agua según el problema identificado.**

En esta sección se detallan las estrategias y los proyectos a ser implementadas en cada una de las fuentes existentes en la parroquia San Pablo del Lago, orientadas a solucionar cada una de las problemáticas que estas poseen, en la tabla 18, se detalla cada una de ellas.

**Tabla 18**

Estrategias y proyectos de conservación en cada una de las fuentes de agua encontradas en San Pablo del Lago

Microcuenca: Unidad hidrográfica 154825					
Fuente de agua	Problema valorado*	Estrategia	Proyecto a elaborarse	Descripción	Responsable
-----	Avance de la frontera agrícola (16), incendios (12)	Protección de ecosistemas frágiles	Conservación del páramo	La presencia de incendios en las partes altas del Cerro Cubilche son frecuentes en la época seca, por lo que es necesario implementar medidas que permitan la reducción de estos sucesos con el fin de conservar el ecosistema páramo. Dentro de las medidas a establecer se propone: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho para evitar la propagación del fuego.</li> <li>- Solicitar al personal del cuerpo de bomberos capacitar a las comunidades en sofocación de incendios.</li> </ul>	Comuneros de El Topo, técnico ambiental, cuerpo de bomberos
			Reforestación con plantas nativas	En este sector existe la presencia de una pequeña laguna, la misma que durante el año tiende a secarse generalmente en época seca, para protegerla y aumentar su capacidad de retención hídrica se propone reforestar sus zonas aledañas de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir el área a reforestar</li> <li>- Seleccionar plantas nativas para la reforestación</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> <li>- Monitorear continuamente la plantación forestal.</li> </ul>	Comuneros de El Topo, técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo

<b>Microcuenca: Quebrada Guayrapungu (154828)</b>					
<b>Fuente de agua</b>	<b>Problema valorado*</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Proyecto a desarrollarse</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
A1	Incendios (12)	Protección de ecosistemas frágiles	Reforestación con plantas nativas	La presencia de incendios por propagación tiende a afectar las zonas aledañas de esta fuente, para protegerla se plantea reforestar sus alrededores: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definiendo el área a reforestar.</li> <li>- Seleccionando las plantas nativas para la reforestación, orientadas a su protección.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo
			Conservación del páramo	Los incendios generalmente ocasionados en época seca queman grandes hectáreas de páramo, lo que disminuye la capacidad de recarga hídrica de vertiente Tomaturo 2, por lo que para reducir este impacto se propone: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho para evitar la propagación del fuego.</li> <li>- Solicitar al personal del cuerpo de bomberos capacitar a las comunidades en sofocación de incendios.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, técnico ambiental, Cuerpo de bomberos
<b>Microcuenca: Unidad Hidrográfica 154893</b>					
<b>Fuente de agua</b>	<b>Problema valorado*</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
B1	Presencia de ganado (16), desechos inorgánicos (12)	Uso eficiente del recurso agua	Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general
			Protección de la fuente	Para evitar el ingreso del ganado a la fuente y evitar que la contaminen con sus desechos o la pisoteen lo que alteraría su estructura natural, se propone cercar los alrededores de la fuente a una distancia considerable, además esta medida busca prohibir el ingreso de personas que arrojan sus desechos inorgánicos en ella.	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente, técnico ambiental.

B2	Presencia de ganado (16), desechos inorgánicos (12)	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	El ingreso de ganado es diario en la fuente, para evitar su pisoteo constante y la contaminación de la calidad del agua, se propone cercarla con materiales ecológicos (estacas), procurando conservar su belleza paisajística, puesto que el sector donde se ubica la fuente es muy visitado por turistas.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental
			Incentivar el turismo ecológico	Una medida que se desea se la pueda implementar es usar a esta fuente como un atractivo turístico que permita incentivar al turista visitar el parque acuático, por lo que se recomienda a los administradores de este sector potenciar las fortalezas de esta zona y aumentar la cantidad y la calidad de servicios que se pueda brindar. Promoviendo el turismo ecológico las personas pueden incrementar sus ingresos sin la necesidad de explotar los recursos naturales.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental
			Campaña de educación ambiental	Se desea convertir a esta fuente en un punto que genere la visita de turistas, convertirla en un atractivo turístico, por lo que se plantea realizar una campaña de educación ambiental orientada a la protección de los recursos hídricos, por lo que se abordarían temas como: manejo de desechos inorgánicos y orgánicos, protección de fuentes hídricas, conservación de páramos, entre otros. Los mismo que permitan concienciar a la ciudadanía y se empoderen del cuidado del ambiente. Se plantea las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar el material para los talleres.</li> <li>- Establecer fechas.</li> <li>- Convocar a los talleres.</li> <li>- Socializar los temas seleccionados.</li> </ul>	Público en general, Técnico ambiental, presidente de la comunidad de Araque, GAD parroquial
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general

B3	Presencia de ganado (16), desechos inorgánicos (12)	Uso eficiente del recurso agua	Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Dueños de los predios del sector
			Protección de la fuente	Para evitar la contaminación de la calidad del agua al restringir el ingreso de agentes que puedan contaminarla, se propone cercar la fuente con materiales ecológicos (estacas), procurando conservar su belleza paisajística, puesto que donde se localiza la fuente, la presencia de turistas es masiva principalmente los fines de semana.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental
			Incentivar el turismo ecológico	Una medida que se desea se la pueda implementar es usar a esta fuente como un atractivo turístico que permita incentivar al turista visitar el parque acuático, por lo que se recomienda a los administradores de este sector potenciar las fortalezas de esta zona y aumentar la cantidad y la calidad de servicios que se pueda brindar. Promoviendo el turismo ecológico las personas pueden incrementar sus ingresos sin la necesidad de explotar los recursos naturales.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental
B4	Uso del agua en lavandería (12), desechos inorgánicos (12), calidad de agua mala	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Para evitar el ingreso del ganado a la fuente, se propone cercarla con materiales ecológicos intentando mantener la belleza paisajística del sector, además se sugeriría reubicar a las personas que lavan la ropa en el sector, ya que esta actividad genera un grave impacto en la calidad del agua, la misma que desemboca en el lago San Pablo.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental
			Incentivar el turismo ecológico	Una medida que se puede implementar es usar a esta fuente como un atractivo turístico que permita incentivar al turista visitar esta zona, por lo que se recomienda a los administradores de este sector potenciar las fortalezas de esta zona y aumentar la cantidad y la calidad de servicios que se pueda brindar. Promoviendo el turismo ecológico las personas pueden incrementar sus ingresos sin la necesidad de explotar los recursos naturales.	Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental

			<p>Campaña de educación ambiental</p>	<p>Se desea convertir a esta fuente en un atractivo turístico, por lo que se plantea realizar una campaña de educación ambiental orientada a la protección de los recursos hídricos, por lo que se abordarían temas como: manejo de desechos inorgánicos y orgánicos, protección de fuentes hídricas, conservación de páramos, entre otros. Los mismos que permitan concienciar a la ciudadanía en el manejo adecuado del agua. Se plantea las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecer fechas para los talleres.</li> <li>- Convocar a los talleres.</li> <li>- Socializar los temas a tratar.</li> </ul>	<p>Público en general, Técnico ambiental, presidente de la comunidad de Araque, GAD parroquial</p>
			<p>Cria de truchas en piscinas</p>	<p>La cria de truchas, poco a poco se ha convertido en un atractivo más para atraer turistas, ya que puede convertirse en un servicio de alimentación y recreación, por lo que se propone se construyan piscinas para la crianza de estos peces, pero siempre manteniendo la fuente de agua intacta. Estas alternativas permitirían que se reduzca la presencia de ganado en la fuente, y una manera más de generar recursos económicos sin alterar los recursos naturales. Las piscinas de peces deberán estar conectadas a las plantas de tratamiento de aguas ubicada en la zona para evitar que esta aguas desemboquen en el Lago San Pablo.</p>	<p>Asociación La Garza, Comuneros de Araque, Técnico ambiental, GAD parroquial</p>
			<p>Mantenimiento y limpieza de la fuente</p>	<p>Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad. Destinar más recipientes en se depositen los desechos inorgánicos.</p>	<p>Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general</p>
<p>B5</p>	<p>Uso del agua en lavandería (12), presencia de desechos orgánicos e inorgánicos (12)</p>	<p>Uso eficiente del recurso agua</p>	<p>Incentivar el turismo ecológico</p>	<p>El sector donde se ubica esta fuente es privilegiado por la belleza paisajística que posee, lamentablemente no se ha explotado este potencial. Es frecuente el uso de agua de esta fuente para lavar ropa y autos, por lo que se propone que los habitantes de este sector promuevan un turismo ecológico que permita la protección de la fuente y el ingreso de recursos económicos sin la necesidad de explotar el medio ambiente.</p>	<p>Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce, GAD parroquial</p>

			Cria de truchas en piscinas	La construcción de piscinas para la crianza de peces se puede convertir en un atractivo turístico que llame la atención del turista, por lo que se plantea realizar este proyecto en la zona y así incentivar el turismo mediante la provisión de servicios como alimentación y recreación.	Dueños de los predios del sector
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad. Destinar más recipientes en se depositen los desechos inorgánicos.	Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general
B6	Cultivos cerca de la fuente (6), criadero de peces (4)	Uso eficiente del recurso agua	Rotación de cultivos	Implementar zonas de servidumbre ecológicas con fines de protección hídrica, aplicar la rotación de cultivos que permitirá la conservación de suelos y usar insumos químicos en los cultivos generalmente aquellos que sean amigables con el ambiente.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente
			Incentivar el turismo ecológico	A esta fuente se la podría utilizar como atractivo turístico, por lo que el propietario del terreno donde se ubica ésta, se vería obligado a protegerla y conservarla.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente
			Cria de truchas en piscinas	En la fuente existe la presencia de peces por lo que se sugeriría a quien realiza esta actividad, construya una piscina para la crianza de estas especies, que se realice esta actividad dentro de la fuente no afecta mucho a su calidad, pero si genera un impacto.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente, SENAGUA
B7	Presencia de ganado (16), desechos orgánicos e inorgánicos (12), presencia de maleza (8)	Uso eficiente del recurso agua	Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general
			Protección de la fuente	Con el propósito de evitar la contaminación de la fuente con desecho inorgánicos y prohibir el ingreso de ganado se propone cercarla, las actividades a realizar son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la zona donde se colocará la estructura.</li> <li>- Conseguir los materiales necesarios.</li> <li>- Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.</li> </ul>	Comuneros de Araque, Técnico ambiental

			<p>Campaña de educación ambiental</p> <p>Se desea convertir a esta fuente en un atractivo turístico, por lo que se plantea realizar una campaña de educación ambiental orientada a la protección de los recursos hídricos, por lo que se abordarían temas como: manejo de desechos inorgánicos y orgánicos, protección de fuentes hídricas, conservación de páramos, entre otros. Los mismo que permitan concienciar a la ciudadanía y conducirlos al cuidado del ambiente. Se plantea las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar el material para los talleres.</li> <li>- Establecer fechas.</li> <li>- Convocar a los talleres.</li> <li>- Socializar los temas seleccionados.</li> </ul>	<p>Público en general, Técnico ambiental, presidente de la comunidad de Araque, GAD parroquial</p>
			<p>Promover el turismo ecológico</p> <p>La parroquia San Pablo del Lago, posee varios atractivos turísticos que aún no han sido explotados, las fuentes hídricas son uno de ellos, se podría usar esta fuente para promover el turismo, lo que permitiría la presencia de turistas y un ingreso extra para los habitantes de este sector por la venta de servicios.</p>	<p>Comuneros de Araque</p>
B8	Presencia de ganado (16), uso del agua en lavandería (12), desechos orgánicos e inorgánicos (12), cultivos cerca de la fuente (6)	Control y recuperación de áreas degradadas	<p>Protección de la fuente</p> <p>Para evitar el ingreso del ganado a la fuente, se propone cercarla, además se sugiere reubicar a las personas que lavan la ropa en la fuente, ya que esta actividad genera un grave impacto en la calidad del agua, la misma que desemboca en el lago San Pablo.</p>	<p>Comuneros de Araque, Técnico ambiental</p>
			<p>Incentivar el turismo ecológico</p> <p>En sí lo más atractivo de este sector es la fuente de agua, por lo que se la podría utilizar para incrementar la presencia de turistas, además se podrían vender servicios como alimentación, hospedaje lo que aumentaría sus ingresos económicos.</p>	<p>Habitantes del sector</p>
			<p>Mantenimiento y limpieza de la fuente</p> <p>Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.</p>	<p>Dueños de los predios del sector y ciudadanía en general</p>
			<p>Uso de buenas prácticas agrícolas</p> <p>Implementar zonas de servidumbre ecológicas con fines de protección hídrica, aplicar la rotación de cultivos que permitirá la conservación de suelos y usar insumos químicos en los cultivos generalmente aquellos que sean amigables con el ambiente.</p>	<p>Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce</p>

B9	Presencia de ganado (16), presencia de maleza (8)	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	<p>Deseando evitar la contaminación que se produce en la fuente por el ingreso de ganado se propone cercarla, las actividades a realizar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la zona donde se colocará la estructura.</li> <li>- Conseguir los materiales necesarios.</li> <li>- Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.</li> </ul>	Propietario del terreno donde se ubica la fuente, técnico ambiental
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	<p>A consecuencia de los efectos que produce la presencia de vegetación acuática excesiva en la fuente como estancamiento del agua y acumulación de sedimentos, se propone realizar la eliminación de esta vegetación mediante limpiezas continuas de la fuente y sus cauces, lo que facilitará la normal circulación del agua, mejorará su aspecto visual y evitará la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos. Realizar esta actividad cada seis meses.</p>	Propietario del terreno donde se localiza la fuente
<b>Microcuenca: Quebrada Araque (154895)</b>					
<b>Fuente de agua</b>	<b>Problema valorado*</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Proyecto a desarrollarse</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
C1	Incendios (12)	Protección de ecosistemas frágiles	Reforestación con plantas nativas	<p>Los incendios son el mayor problema para la vertiente Imbabura, por lo que para protegerla se propone:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestar sus zonas aledañas, definiendo el área.</li> <li>- Seleccionar plantas nativas para la reforestación.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, Técnico forestal, GAD San Pablo
			Conservación del páramo	<p>La quema de páramos reduce la cantidad de agua que emana esta vertiente por lo que para evitar la propagación de incendios se propone:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho para evitar la propagación del fuego.</li> <li>- Solicitar al personal del cuerpo de bomberos capacitar a las comunidades en sofocación de incendios.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, técnico ambiental, Cuerpo de bomberos

C2	Presencia de ganado (16), monocultivo cerca de la fuente (6), instalación clandestina de tubería para riego (6)	Control y recuperación de áreas degradadas e incentivación de para la creación de una Junta de agua para Riego	Mantenimiento y limpieza de la fuente	A consecuencia de los efectos que produce la presencia de vegetación acuática excesiva en la fuente como estancamiento del agua y acumulación de sedimentos, se propone realizar la eliminación de esta vegetación mediante limpiezas continuas de la fuente y sus cauces, lo que facilitará la normal circulación del agua, mejorará su aspecto visual y evitará la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos. Realizar esta actividad cada tres meses.	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce, Presidente del cabildo de Araque
			Uso de buenas prácticas agrícolas	Como se menciona en artículo 61 del Código Orgánico del Ambiente, se recomienda implementar zonas de servidumbre ecológica obligatorias con fines de protección hídrica a lo largo de las riberas de las fuente hídricas y sus cauces, esta fuente lamentablemente no posee dicha zona de servidumbre, ya que existen cultivos de frutillas a 1 metro de distancia, y como se conoce los cultivos de frutillas demandan de muchos insumos químicos para su crecimiento, por lo que se recomienda ampliar esta zona y capacitar a los agricultores en agroecología.	Agricultores que poseen sus cultivos cerca de la fuente y su cauce, MAG, GAD parroquial
			Incentivar el turismo ecológico	Por la belleza paisajística de la zona donde se encuentra la fuente se sugiere explotar este recurso mediante la incentivación del turismo ecológico y el ofrecimiento de servicios como alimentación, hospedaje, recreación para estimular al turista su pronto retorno.	Propietarios de los terrenos asentados en la fuente, técnico ambiental, GAD parroquial
			Creación de una Junta de agua para Riego	La necesidad de contar con agua para riego especialmente en época seca se ha convertido en una prioridad para los agricultores de la parroquia, esta fuente posee un caudal de 153 l/s, si se la administra adecuadamente podría cubrir la demanda de agua para riego de los agricultores de la parte baja de la parroquia, pero para alcanzar este anhelo primero se debería gestionar los recursos económicos necesarios para su ejecución.	GAD parroquial, GAD Cantonal, Prefectura de Imbabura, MAG, SENAGUA

C3	Desechos inorgánicos (12), descarga de aguas servidas (10), instalación clandestina de tubería para riego (6)	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	<p>Con el propósito de evitar la contaminación de la fuente con desecho inorgánicos y la descarga de aguas servidas se propone construir una estructura de hormigón alrededor de la fuente y cercarla, las actividades a realizar son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la zona donde se colocará la estructura.</li> <li>- Conseguir los materiales necesarios.</li> <li>- Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.</li> </ul>	Comuneros de Araque, GAD parroquial, técnico ambiental
			Uso de buenas prácticas agrícolas	Implementar zonas de servidumbre ecológicas con fines de protección hídrica, aplicar la rotación de cultivos que permitirá la conservación de suelos y usar insumos químicos en los cultivos generalmente aquellos que sean amigables con el ambiente.	Dueños de los predios del sector
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce y ciudadanía en general
C4	Calidad de agua mala	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	<p>Cuando se realizaron las visitas a esta fuente para identificar los problemas que podría presentar, no se pudo percatar la presencia de alguno mediante la observación, pero al momento de realizar el muestreo de macroinvertebrados los resultados determinan que la calidad de agua de la misma es mala, por lo una de las medidas que se propone es cercar la fuente para protegerla de agentes externos que la puedan estar contaminando, además de realizar muestreos constantes de macroinvertebrados para comprobar si cercarla fue una solución acertada.</p>	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce, técnico ambiental

Microcuenca: Quebrada La Cruz (154897)					
Fuente de agua	Problema valorado*	Estrategia	Proyecto a desarrollarse	Descripción	Responsable
D1	Presencia de ganado (16), desechos orgánicos e inorgánicos (12), descarga de aguas servidas (10), presencia de maleza (8), instalación clandestina de tubería para riego (6)	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Para evitar el ingreso del ganado a la fuente, y de personas que ingresan a la fuente y arrojan sus desperdicios, se plantea cercarla, las actividades a realizar son: - Conseguir los materiales necesarios. - Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.	GAD parroquial, técnico ambiental
			Campaña de educación ambiental	Cerca de la fuente se localiza una Unidad Educativa por lo que se aprovecharía este factor para socializar a los estudiantes en temas relacionados con el cuidado del ambiente, en especial al manejo adecuado de los recursos hídricos, para que desde su temprana edad aprendan a amar y cuidar la naturaleza y sean ellos los futuros guardianes de nuestro planeta.	Estudiantes y docentes de la Unidad Educativa “Alfredo Pérez Guerrero”, GAD parroquial
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone: - Eliminación de la vegetación acuática presente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada tres meses. - Recolección de los desechos inorgánicos, además de destinar recipientes para la colocación de estos desperdicios.	Ciudadanía en general, GAD parroquial
			Desviación del agua lluvia	En época lluviosa tiende a colapsar el sistema de alcantarillado de la parroquia, contaminando esta fuente con todos los desechos y aguas servidas que desembocan en ella, por lo que se sugiere desviar el agua lluvia de las partes altas de la parroquia hacia las quebradas y también cambiar parte del sistema de alcantarillado, ya que ha cumplido su vida útil.	Comunidades de San Pablo, GAD parroquial
			Creación de una Junta de agua de Riego	Debido a su caudal de 18,42 l/s, la posibilidad de crear una Junta de Riego a partir de esta fuente sería una medida para solventar algunas problemáticas, esto se plantea, ya que a lo largo de su trayectoria se han instalado tuberías para captar su agua, pero antes se debería conformar una estructura administrativa sólida y gestionar los recursos económicos necesarios para su implementación.	GAD parroquial, GAD Cantonal, Prefectura de Imbabura, MAG, SENAGUA

D2	Instalación clandestina de tubería para riego (6), cultivos cerca de la fuente (6)	Rotación de cultivos	Protección de la fuente	Esta fuente no es muy conocida por la población, pero se la utiliza clandestinamente para captar agua por parte de una empresa, por lo que sugiere cercarla con materiales resistentes que permitan su protección y solicitar a la empresa solicite una concesión lo que le obliga a usar la fuente de una manera adecuada y conservarla.	GAD parroquial, Técnico ambiental, SENAGUA
			Uso de buenas prácticas agrícolas	Como se menciona en artículo 61 del Código Orgánico del Ambiente, se recomienda implementar zonas de servidumbre ecológica obligatorias con fines de protección hídrica a lo largo de las riberas de las fuente hídricas y sus cauces, esta fuente lamentablemente no posee dicha zona de servidumbre, ya que existen cultivos de frutillas a 1 metro de distancia, por lo que se recomienda ampliar esta zona, además se propone realizar rotación de cultivos para conservar los suelos y capacitar a los agricultores en agroecología.	Agricultores que poseen sus cultivos cerca de la fuente y su cauce, MAG, GAD parroquial
D3	Presencia de ganado (16), desechos orgánicos (12), calidad de agua mala, presencia de maleza (8)	Control y recuperación de áreas degradadas	Protección de la fuente	Para evitar el ingreso del ganado a la fuente, y de personas que arrojan sus desperdicios en ella, se plantea cercarla, las actividades a realizar son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la zona donde se colocará la estructura.</li> <li>- Conseguir los materiales necesarios.</li> <li>- Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.</li> </ul>	GAD parroquial, Técnico ambiental
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de la vegetación acuática presente en la fuente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada seis meses.</li> <li>- Recolección de los desechos inorgánicos.</li> </ul>	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente, GAD parroquial
			Reforestación con plantas nativas	Reforestar la zonas aledañas a la fuente servirían como una barrera que busca reducir el ingreso de ganado a la fuente y la contaminen, además la ayudaría a mejorar su capacidad de captación de agua convirtiéndola en una zona de recarga hídrica.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente, GAD parroquial

Microcuenca: Quebrada Cusín (154898)					
Fuente de agua	Problema valorado*	Estrategia	Proyecto a desarrollarse	Descripción	Responsable
E1	Presencia de ganado (16), presencia de maleza (8), calidad de agua mala	Control y recuperación de áreas degradadas	Protección de la fuente	Para evitar el ingreso del ganado a la fuente, se plantea cercarla, las actividades a realizar son: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar la zona donde se colocará la estructura.</li> <li>- Conseguir los materiales necesarios.</li> <li>- Mediante mingas cercar la fuente para protegerla.</li> </ul>	GAD parroquial, Técnico ambiental
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	A consecuencia de los efectos que produce la presencia de vegetación acuática excesiva en la fuente como estancamiento del agua y acumulación de sedimentos, se propone realizar la eliminación de esta vegetación mediante limpiezas continuas de la fuente y sus cauces, lo que facilitará la normal circulación del agua, mejorará su aspecto visual y evitará la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos. Realizar esta actividad cada tres meses.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente
E2	-----	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Al momento de realizar el monitoreo en esta fuente no se encontró problemática alguna, pero para evitar cualquier factor de contaminación a la misma se propone formar una cerca a su alrededor, ya que debido a su ubicación puede convertirse en abrevadero de animales lo que afectaría su calidad.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente
E3	Desechos inorgánicos (12), cultivos cerca de la fuente (6), calidad de agua mala	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Por su ubicación la presencia de desechos inorgánicos es muy frecuente, por lo que se propone que se la cerque y además solicitar al dueño de los terrenos donde evidencia este problema ser más consciente de sus acciones o solicitar a SENAGUA tome las respectivas acciones, ya que esta fuente se encuentra concesionada.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente, GAD parroquial, SENAGUA
			Uso de buenas prácticas agrícolas	Implementar zonas de servidumbre ecológicas con fines de protección hídrica, aplicar la rotación de cultivos que permitirá la conservación de suelos y usar insumos químicos en los cultivos generalmente aquellos que sean amigables con el ambiente.	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce

E4	Incendios (12)	Protección de ecosistemas frágiles	Reforestación con plantas nativas	<p>Los incendios reducen las hectáreas de páramo, y deja al descubierto la vertiente Tomaturo 1, por lo que se plantea protegerla mediante la reforestación, siguiendo los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reforestar las zonas aledañas a la fuente, definiendo su área.</li> <li>- Seleccionar plantas nativas para la reforestación.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> </ul>	Comuneros de Angla, Técnico forestal, GAD San Pablo
			Conservación del páramo	<p>Incendiando los páramos se pierden muchos servicios que estos brindan a la naturaleza por lo que su protección es esencial por lo tanto lo que se propone es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho para evitar la propagación del fuego.</li> <li>- Solicitar al personal del cuerpo de bomberos capacitar a las comunidades en sofocación de incendios.</li> </ul>	Comuneros de Angla, técnico ambiental, Cuerpo de bomberos
			Cosecha de lluvia en reservorios	<p>La Junta Regional Angla capta el agua que emana de esta fuente para suministrarla a las comunidades Angla, Ugsha, El Topo, Cochaloma y Casco Valenzuela, generalmente en época seca su caudal tiende a disminuir por lo que se sugiere es construir reservorios a lo largo de las comunidades que se benefician del agua que captan de esta fuente para contar con este líquido durante todo el año, y no depender tanto de ella. Con estos reservorios se busca almacenar el agua lluvia y poder usarla cuando las comunidades más lo requieran.</p>	Comuneros de Angla, El Topo, Ugsha, Casco Valenzuela y Cochaloma, GAD parroquial de San Pablo, Prefectura de Imbabura

E5	Descarga de aguas servidas (10), presencia de maleza (8), calidad de agua muy mala	Control y recuperación de área degradadas	Protección de la fuente	Esta fuente es la que peor calidad de agua presentó cuando se realizó el muestreo de macroinvertebrados, por lo que la medida que se sugeriría se la realice obligatoriamente y lo más pronto posible es cercarla para aislarla del exterior y de todos los agentes que la contaminan.	Propietario del terreno donde la fuente se encuentra, GAD parroquial
			Reforestación con plantas nativas	Para aumentar la capacidad de retención y captación de agua de esta vertiente se plantea la reforestación de las zonas aledañas de la misma mediante las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición del área de la zona a reforestar.</li> <li>- Selección de plantas nativas para la reforestación.</li> <li>- Con los propietarios del lugar donde se encuentra la fuente reforestarla.</li> <li>- Monitorear la plantación forestal</li> </ul>	Propietaria del sitio a reforestar, técnico forestal
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	A consecuencia de los efectos que produce la presencia de vegetación acuática excesiva en la fuente como estancamiento del agua y acumulación de sedimentos, se propone realizar la eliminación de esta vegetación mediante limpiezas continuas de la fuente, lo que facilitará la normal circulación del agua, mejorará su aspecto visual y evitará la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos. Realizar esta actividad cada seis meses.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente
			Desviación de las aguas servidas	Lastimosamente algo que convierte a esta fuente en la única que posee calidad de agua, muy mala, es que las aguas servidas de una vivienda ubicada en sus alrededores son vertidas directamente hacia ella, por lo que se recomienda realizar una canalización ya sea al sistema de alcantarillado o hacia un sector lejano a la fuente.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente

E6	Avance de la frontera agrícola (16), cultivos forestales cerca de la fuente (12), desechos inorgánicos (6)	Control y recuperación de áreas degradadas	Protección de la fuente	La zona donde se ubica esta fuente es demasiado transitada, ya que se encuentra en un cultivo de eucaliptos por lo que se plantea formar un cerco alrededor de ella para no se arrojen desechos inorgánicos en ella.	Comuneros de El Topo, GAD parroquial
			Reforestación con plantas nativas	Para aumentar la capacidad de retención y captación de agua y proteger la vertiente Dausa Pogyo, se propone la reforestación de las zonas aledañas de la fuente mediante las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición del área de la zona a reforestar.</li> <li>- Selección de plantas nativas para la reforestación.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio designado.</li> <li>- Monitorear constantemente la plantación forestal.</li> </ul>	Comuneros de El Topo, Técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente y sus cauces, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Comuneros de El Topo, ciudadanía en general
			Recuperación de suelos	Aplicar la rotación de cultivos que permitirá la conservación y recuperación de la fertilidad de los suelos, y usar insumos químicos en los cultivos generalmente aquellos que sean amigables con el ambiente, implementar la agroecología..	Propietarios de los terrenos asentados junto a la fuente y su cauce
E7	-----	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Su ubicación y el desconocimiento de las personas de su localización han permitido que las existencias de problemáticas sea nula, por lo que para evitar a futuro la presencia de agentes que la contaminen, se propone cercala.	Comuneros El Topo, GAD parroquial

E8	Incendios (12)	Protección de ecosistemas frágiles	Reforestación con plantas nativas	<p>Con la intención de proteger la fuente Pichacho e incrementar su capacidad de recarga hídrica se plantea la reforestación de sus zonas aledañas, siguiendo los siguientes pasos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de las zonas a reforestar.</li> <li>- Selección de las plantas nativas para la reforestación.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, Técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo
			Conservación del páramo	<p>La propagación de los incendios en época seca ha mermado grandes extensiones de páramos, y en esta fuente la disminución de su caudal es una consecuencia de este hecho, por lo que para minimizar que los incendios se propaguen con facilidad se propone lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construir zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho en los alrededores de la fuente y en las partes altas, para conservar los páramos, ya que son ellos quienes captan y almacenan el agua lluvia, la misma que es filtrada hacia los acuíferos subterráneos.</li> <li>- Solicitar al personal del cuerpo de bomberos capacitar a las comunidades en sofocación de incendios.</li> </ul>	Comuneros de Imbabura, técnico ambiental, Cuerpo de bomberos
			Cosecha de lluvia en reservorios	<p>La Junta de agua Imbabura capta el agua que emana de esta fuente para suministrarla a la comunidad Imbabura y la parte alta de la Abatag, generalmente en época seca su caudal tiende a disminuir por lo que se sugiere construir reservorios a lo largo de la comunidad para almacenar agua lluvia y no depender tanto de ella. Con estos reservorios se busca contar con este líquido durante todo el año.</p>	Comuneros de Imbabura, Abatag, GAD parroquial de San Pablo, Prefectura de Imbabura

E9	Presencia de ganado (16), desechos orgánicos e inorgánicos (12), presencia de maleza (8), calidad de agua mala	Protección de ecosistemas frágiles	Protección de la fuente	Su ubicación obliga a que se la cerque lo más pronto posible, puesto que al encontrarse junto a la vía, la presencia de agentes que la contaminan es muy evidente	GAD parroquial, comuneros de Ugsha
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone: - Eliminación de la vegetación acuática presente en la fuente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada seis meses. - Recolección de los desechos inorgánicos.	Comuneros de Ugsha, Ciudadanía en general
			Reforestación con plantas nativas	Debido a su localización mediante la reforestación se busca la protección de esta fuente, puesto que se encuentra junto a una vía al que se lo denomina camino de verano, la reforestación se la realizaría de la siguiente manera: - Definición de las zonas a reforestar. - Selección de las plantas nativas para la reforestación. - Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.	Comuneros de Ugsha, Técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo
			Conservación del páramo	Poco a poco se ha ido eliminando los páramos que se encontraban en las zonas aledañas a esta fuente, por lo que para este sector se propone es conservar los pocos remanentes de páramo aun presentes, protegiéndolas mediante cercas vivas ya sea con plantas nativas arbustivas o forestales.	Comuneros de Ugsha, técnico ambiental
<b>Microcuenca: Río Itambi (154899)</b>					
<b>Fuente de agua</b>	<b>Problema valorado*</b>	<b>Estrategia</b>	<b>Proyecto a desarrollarse</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
F1	-----		Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone: - Eliminación de la vegetación acuática presente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada tres meses. - Recolección de los desechos inorgánicos.	Comuneros de Gualaví, Cusín Pamba, Abatag

		Protección de ecosistemas frágiles	Conservación del páramo	<p>La vertiente San Francisco se ubica en las partes altas del cerro Cusín, por su ubicación y la dificultad de acceder a ella, la existencia de problemas generados por actividades antropogénicas es nula, pero debido a que esta fuente es aprovechada por parte de la Junta Regional Morasguayco para suministrar agua de consumo humano a las comunidades: Gualaví y Cusín Pamba, requiere de medidas orientadas a su conservación y protección, por lo que se proponen las siguientes acciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Para mantener los páramos que se encuentran a su alrededor se plantea construir zanjas corta incendios de 2 metros de ancho para en caso de incendios minimizar su propagación.</li> <li>- Incrementar los cultivos forestales con plantas nativas a su alrededor para aumentar la capacidad de captación y de recarga hídrica de los acuíferos que alimentan a esta fuente de agua.</li> </ul>	Comuneros de Gualaví y Cusín Pamba, GAD parroquial de San Pablo, Técnico ambiental, técnico forestal
F2	-----	Protección de ecosistemas frágiles	Incentivar el turismo de montaña	Se podría utilizar a la fuente como un atractivo turístico para promover el turismo de montaña en la zona, pero antes de esto se deberían establecer rutas de acceso y personal capacitado en turismo de montaña.	Comuneros de Angla
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone eliminar la vegetación acuática presente en la fuente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada seis meses.	Comuneros de Angla
			Conservación del páramo	<p>Para minimizar la propagación de incendios en época seca y conservar la fuente se plantea las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción de zanjas corta incendios de mínimo 2 metros de ancho.</li> <li>- Aumentar los cultivos de plantas nativas alrededor de la fuente.</li> </ul>	Comuneros de Angla, Técnico ambiental, GAD parroquial de San Pablo

F3	Presencia de ganado (16), avance de la frontera agrícola (16), desechos orgánicos e inorgánicos (12), presencia de maleza (8), calidad de agua mala	Uso eficiente del recurso agua	Protección física de la fuente	Esta fuente requiere que las medidas a aplicar se las ejecute a la brevedad, para evitar la presencia de ganado se propone cercarla, y así disminuir el impacto que producen en la fuente y la calidad de la misma.	Propietarios del sector La Rinconada, GAD parroquial, GAD cantonal
			Reforestación con plantas nativas	Para incrementar su capacidad de retención y recarga hídrica, y además de protegerla, se plantea la reforestación como medio para alcanzar este fin, mismo que se lo realizaría de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definición de las zonas a reforestar.</li> <li>- Selección de las plantas nativas.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> <li>- Realizar un control constante de las plantaciones forestales.</li> </ul>	Propietarios del sector La Rinconada, Técnico forestal, GAD parroquial de San Pablo
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Para mejorar el aspecto visual de la fuente y sus alrededores, evitar la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos y mejorar la circulación del agua, se propone: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eliminación de la vegetación acuática presente en la fuente mediante su extracción, se recomienda realizarlo cada tres meses.</li> <li>- Recolección de los desechos inorgánicos.</li> </ul>	Ciudadanía en general, GAD parroquial
			Conservación de la vegetación nativa	La incesante presión que sufre la vegetación nativa que rodea a esta fuente, provocado por el avance de la frontera agrícola con fines pecuarios ha causado que varias extensiones de este ecosistema se pierdan, por lo que para minimizar este impacto lo que se propone es: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cercar una extensión considerable alrededor de la fuente para evitar el ingreso de animales a la fuente y la contaminen.</li> <li>- Sugerir se tome en cuenta a esta zona dentro del Área de protección con fines de conservación de los recursos hídricos en La Rinconada.</li> </ul>	Comuneros Cusín Pamba, Técnico ambiental, GAD parroquial San Pablo del Lago y GAD municipal de Otavalo

F4	Avance de la frontera agrícola (16), presencia de ganado (16), desechos inorgánicos (12)	Uso eficiente del recurso agua	Protección de la fuente	Por ser el terreno donde se ubica la fuente de propiedad privada se recomendaría a su propietario cercarla, ya que el ganado que allí existe genera un impacto negativo en ella.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente
			Cría de truchas en piscinas	En el sitio ya existe la infraestructura para la crianza de peces, únicamente se debería implementar medidas ambientales para evitar la contaminación que pueda provocar esta actividad en la fuente.	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente
			Reforestación con plantas nativas	Buscando la incrementar la capacidad de retención y recarga hídrica de esta fuente, se propone reforestala de la siguiente manera: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Definir las zonas a reforestar.</li> <li>- Seleccionar las plantas nativas.</li> <li>- Mediante mingas reforestar el sitio seleccionado.</li> <li>- Realizar un control constante de las plantaciones forestales.</li> </ul>	Propietario del terreno donde se encuentra la fuente, Técnico forestal
			Mantenimiento y limpieza de la fuente	Recolección de los desechos inorgánicos presentes en la fuente, para mejorar su aspecto visual y reducir los riesgos que puedan provocar la descomposición de los mismos en la calidad del agua. Procurar ser constantes en esta actividad.	Propietario del terreno donde se ubica la fuente
			Conservación de la vegetación nativa	El avance de la frontera agrícola es la principal causa de la reducción de la vegetación nativa que existía en la zona, por lo que para resolver este problema se plantea: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Concienciar a la ciudadanía con el fin de detener el avance de la frontera agrícola.</li> </ul>	Propietarios de los terrenos donde está la fuente, técnico ambiental
F5	Presencia de maleza	Control y recuperación de áreas degradadas	Mantenimiento y limpieza de la fuente	A consecuencia de los efectos que produce la presencia de vegetación acuática excesiva en la fuente como estancamiento del agua y acumulación de sedimentos, se propone realizar la eliminación de esta vegetación mediante limpiezas continuas de la fuente, lo que facilitará la normal circulación del agua, mejorará su aspecto visual y evitará la emanación de olores desagradables por la acumulación de sedimentos. Realizar esta actividad cada seis meses.	Propietarios del sector La Rinconada, GAD parroquial
*Matriz de priorización de problemas existentes en las fuentes hídricas, p. 51					

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Los límites de cada una de las comunidades se encuentran fijados según el PDOT de la parroquia, pero el presente estudio permitió determinar que aún existe la presencia de zonas de conflicto entre comunidades, información útil para los presidentes de los cabildos comunitarios, ya que a partir de ella pueden llegar a consensos y acuerdos para solucionar esta problemática.
- En la parroquia en conjunto las fuentes hídricas poseen un caudal de 535,11 l/s esto solo en época seca, cantidad suficiente para suministrar de agua de consumo humano a la población y de riego a los cultivos, pero en el caso de su calidad el 3,3% de las fuentes muestreadas poseen una calidad de agua Buena, el 71% una calidad de agua regular, el 22,5% calidad de agua mala, y el 3,3 % calidad de agua muy mala.
- De las 31 fuentes hídricas identificadas, las 18 vertientes concesionadas a personas particulares u organizaciones, no han implementado planes de manejo o cuidado de las mismas, además existe una falta de control por parte de SENAGUA, ya que a las fuentes se les da otros usos que por el que se las concesionó.
- De las 18 fuentes concesionadas, 4 son utilizadas para abastecer de agua a la población: San Francisco, Tomaturo 1, Pichacho y Sumak Yaku, las demás ocasionalmente son utilizadas para riego, pero de forma artesanal. Un dato a destacar es que, para abastecer de agua para consumo humano a la cabecera parroquial, la fuente que se usa para captar el agua se encuentra en la parroquia González Suarez.

- Se han planificado 31 propuestas de conservación y protección de las fuentes de agua, una propuesta por cada fuente, las mismas que se encaminan a su manejo adecuado, además se han propuesto 93 proyectos para mejorar su cantidad y calidad del agua, es necesario contar con la capacidad organizativa de los actores claves de la parroquia San Pablo del Lago y entidades gubernamentales para empezar con su implementación.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda que para la actualización del PDOT de la parroquia San Pablo del Lago del período 2019 – 2023, se realice una nueva delimitación de la parroquia, en donde se tome en cuenta activamente la participación de la población y la información a la que se llegó en este estudio.
- Se recomendaría a SENAGUA, realice la delimitación de microcuencas hasta nivel 6 del Ecuador, ya que existen estudios donde se ha realizado este proceso, pero que a la hora de comparar sus resultados los mismos no concuerdan.
- Se recomienda realizar un análisis físico, químico y bacteriológico de las fuentes de agua identificadas en la parroquia con cierta regularidad, para determinar su calidad y a la vez planificar a futuro los posibles usos que se les puede dar y de aquellas que se defina puedan ser usadas para consumo humano, realizar un análisis de laboratorio por lo menos dos veces al año.
- Se recomienda a las autoridades a cargo de las Juntas de Agua de la parroquia realizar un estudio anual de la cantidad de agua de las fuentes hídricas de las que captan este recurso, ya que esto les permitirá conocer si la demanda de agua para consumo humano es superior a la oferta de agua que esta fuente les pueda dar. Lo que les permitirá encontrar soluciones como concesionar otras fuentes para utilizarlas.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allauca, M. (2011). *Inventario del Recurso Hídrico existente en el páramo de la comunidad San Isidro, Cantón Pujilí, Provincia Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Arroyo, J. (2010). *Evaluación de la calidad del agua a través de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano*. Universidad San Francisco de Quito. Quito, Ecuador.
- Asamblea Constituyente (20 de Octubre del 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi, Ecuador.
- Asamblea Nacional (6 de agosto de 2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y aprovechamiento del agua*. Quito, Ecuador.
- Asamblea Nacional (12 de abril de 2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito, Ecuador.
- Basán, M. (2008). *Aforadores de corrientes de agua*. INTA-EEA Santiago del Estero. Santiago, Chile.
- Carrera, C. & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua*. Ecociencia. Quito, Ecuador.
- Chamorro, G. (2011). *Estimación del Caudal por el método de flotadores*. Ministerio de Ambiente. Lima, Perú.
- Chiriboga, R. (2003). *Guía metodológica de Inventarios de los Recursos Hídricos. Comisión de Cuencas e Inventario*. Quito, Ecuador.
- Consejo Provincial de Imbabura (2004). *Inventario y diagnóstico del Recurso Hídrico, Provincia de Tungurahua*. Tungurahua, Ecuador.
- Consortio Programa de Desarrollo Territorial Integrado -PDTI. SUMAQ LLAQTA (2014). *Inventario de Recursos Hídricos en las Microcuencas Sicra y Atuna (Angaraes - Huancavelica)*. Lircay – Huancavelica, Perú.
- Cordero, P. (2015). *Calidad del agua para los ríos alto andinos, mediante indicadores biológicos*. (Trabajo de Grado) Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.

- EUDEL (Asociación de Municipios Vascos). 2008. *¿Cómo realizar un proceso participativo de calidad?*. Municipios Vascos, España.
- Escaleras, H. (2016). *Determinación de la calidad de agua utilizando como bioindicadores macroinvertebrados bentónicos en el lago Yahuarcocha*, Provincia de Imbabura. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- French, M. (2012). *El derecho humano al agua en Ecuador: Avances, límites y retos*. Universidad Internacional del Ecuador. Quito, Ecuador.
- GAD Parroquial Rural San Pablo del Lago (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia San Pablo, actualización 2015 – 2019*. Otavalo, Ecuador.
- GAD Provincial de Imbabura (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015 – 2035*. Dirección de Desarrollo Económico, Gestión Ambiental y Recursos Hídricos. Imbabura, Ecuador.
- Gómez, L. (2016). *Determinación de zonas de importancia hídrica para la propuesta de conservación y recuperación ambiental en el páramo de Mojanda, parroquia San Rafael, cantón Otavalo*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- González, W. (2011). *Manejo y protección de zonas de recarga hídrica y fuentes de agua para consumo humano en la subcuenca del río Zarati, Panamá Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. Turrialba, Costa Rica.
- Global Water Pathership -GWP- (2009). *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. Londres, Reino Unido.
- INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología). 2015. Recuperado de: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>
- IGM (Instituto Geográfico Militar). 2014. Recuperado de: <http://www.geoportalmg.gov.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- Jiménez, F. (2009). *Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Loayza, R. (2016). *Macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, Webinar. Universidad Peruana Cayetano Heredia*. Lima, Perú.

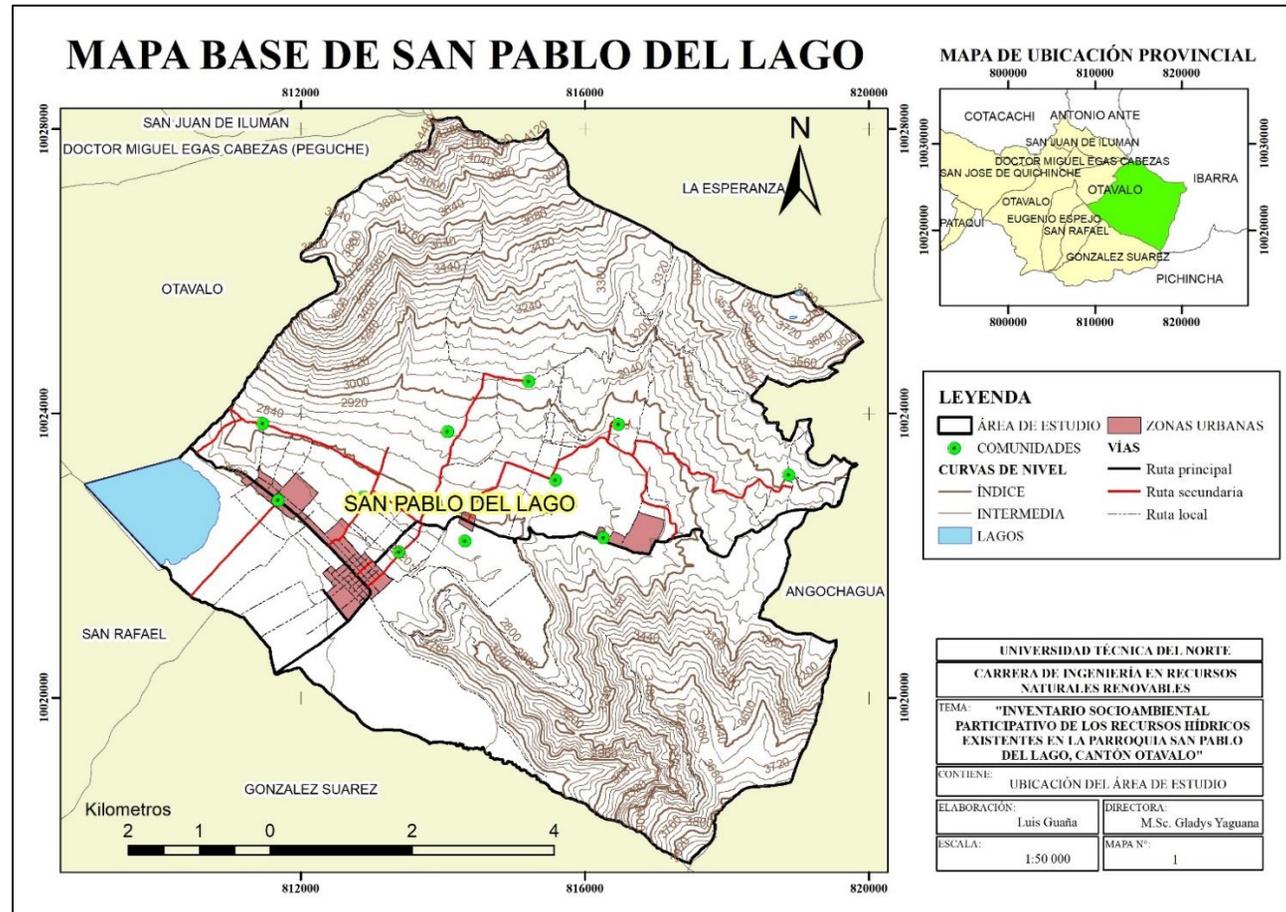
- Martínez, J. (2012). *Diagnóstico del Inventario de Recursos Hídricos en la Provincia del Azuay*. Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca. Cuenca, Ecuador.
- Madroñero, S. (2006). *Manejo del Recurso Hídrico y estrategias para su gestión integral en la microcuenca Mijitayo, Pasto Colombia*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Ministerio de Medio Ambiente de España (2010). *Inventario de Recursos Hídricos*. Madrid, España.
- Ministerio de Salud (3 de febrero del 2012). *Guía Técnica para la elaboración de proyectos de mejora y la aplicación de técnicas y herramientas para la gestión de la calidad*. Resolución Ministerial. Lima, Perú.
- Moreno, A. & Renner, I. (2007). *Gestión Integral de Cuencas. La experiencia del Proyecto Regional Cuencas Andinas*. Centro Internacional de la Papa (CIP). Lima, Perú.
- Rivadeneira, G. (2015). *Sistematización del proceso de participación ciudadana y política de la Mancomunidad de la Cuenca del Lago San Pablo, período 2011 – 2013*. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. Quito, Ecuador.
- Saavedra, S. (2009). *El manejo, protección y conservación de las fuentes de agua y recursos naturales*. Ministerio del Agua. La Paz, Bolivia.
- Santacruz, G. (2007). *Hacia una gestión Integral de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Valles, Huasteca, México*. San Luis Potosí, México.
- SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). 2009. *Delimitación y codificación de Unidades Hidrográficas del Ecuador, escala 1:250 000, nivel 5*. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Quito, Ecuador.
- SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua). 2011. Recuperado de: <https://www.agua.gob.ec/inventario-participativo-de-los-recursos-hidricos/>
- SENPLADES (2017). *Plan Nacional de Desarrollo 2017 – 2021. Secretaría Técnica del Sistema Nacional Descentralizado de Planificación Participativa*. Quito, Ecuador.
- SIGTIERRAS (Sistema Geográfico de Tierras). 2014. Recuperado de: <http://www.sigtierras.gob.ec/descargas/>

- SNI (Sistema Nacional de Información). 2014. Recuperado de: <http://sni.gob.ec/web/inicio/descargapdyot>
- Toledo, M. (2015). *Determinación de la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como Bioindicadores en la microcuenca del río Chimborazo*. (Trabajo de Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Umaña, E. (2002). *Manejo de Cuencas Hidrográficas y Protección de Fuentes de Agua*. Universidad Nacional Agraria. San Nicolas, Nicaragua.
- Vozmediano, P. (2015). *Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como indicadores de la calidad del agua para generar una propuesta de manejo participativo de la microcuenca del río San Joaquín para fomentar la gestión comunitaria del recurso hídrico*. Universidad Técnica del Norte. Ibarra, Ecuador.
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). 2016. *Informe de la Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. París, UNESCO.

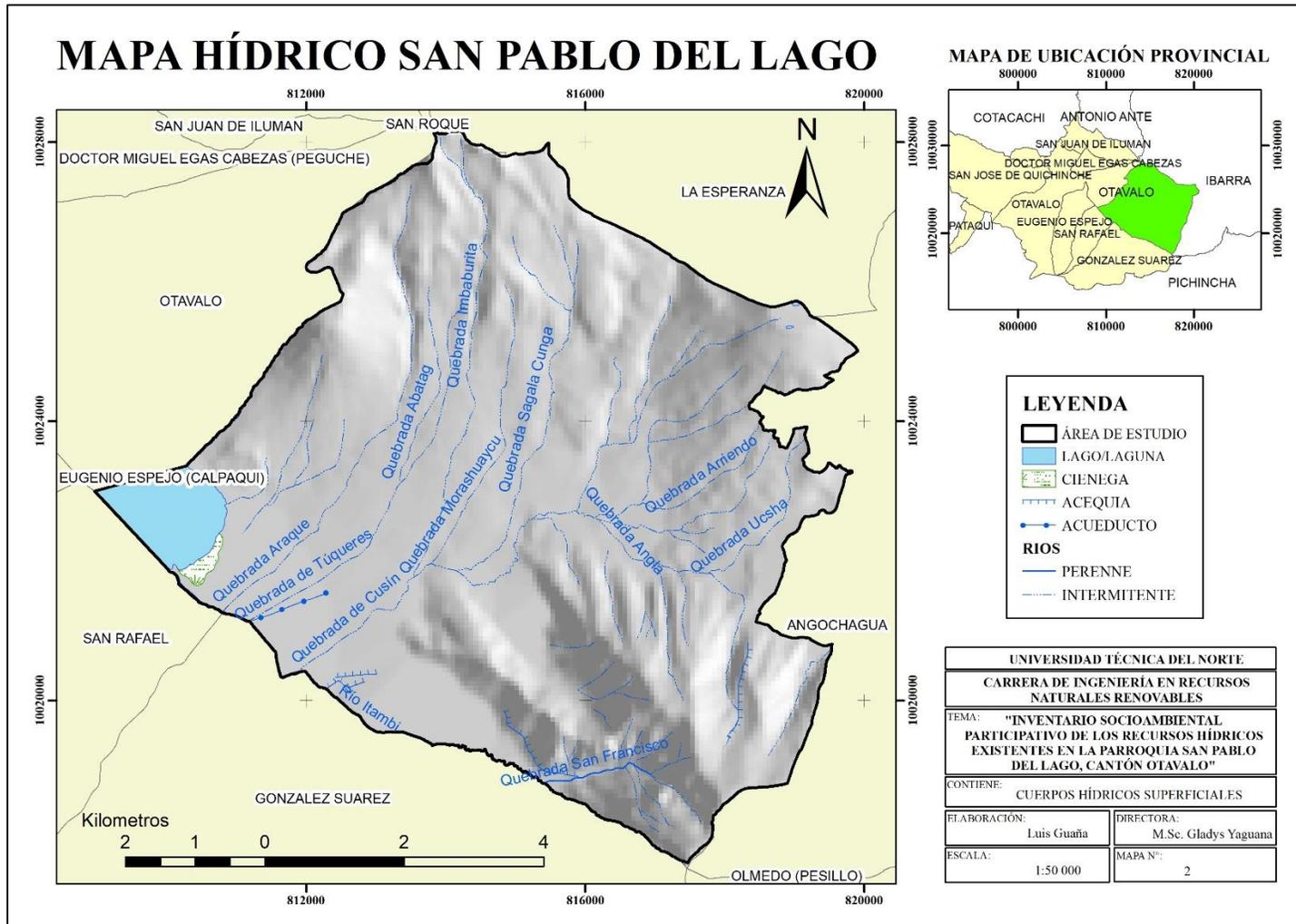
## 7. ANEXOS

### Anexo 1. Mapas

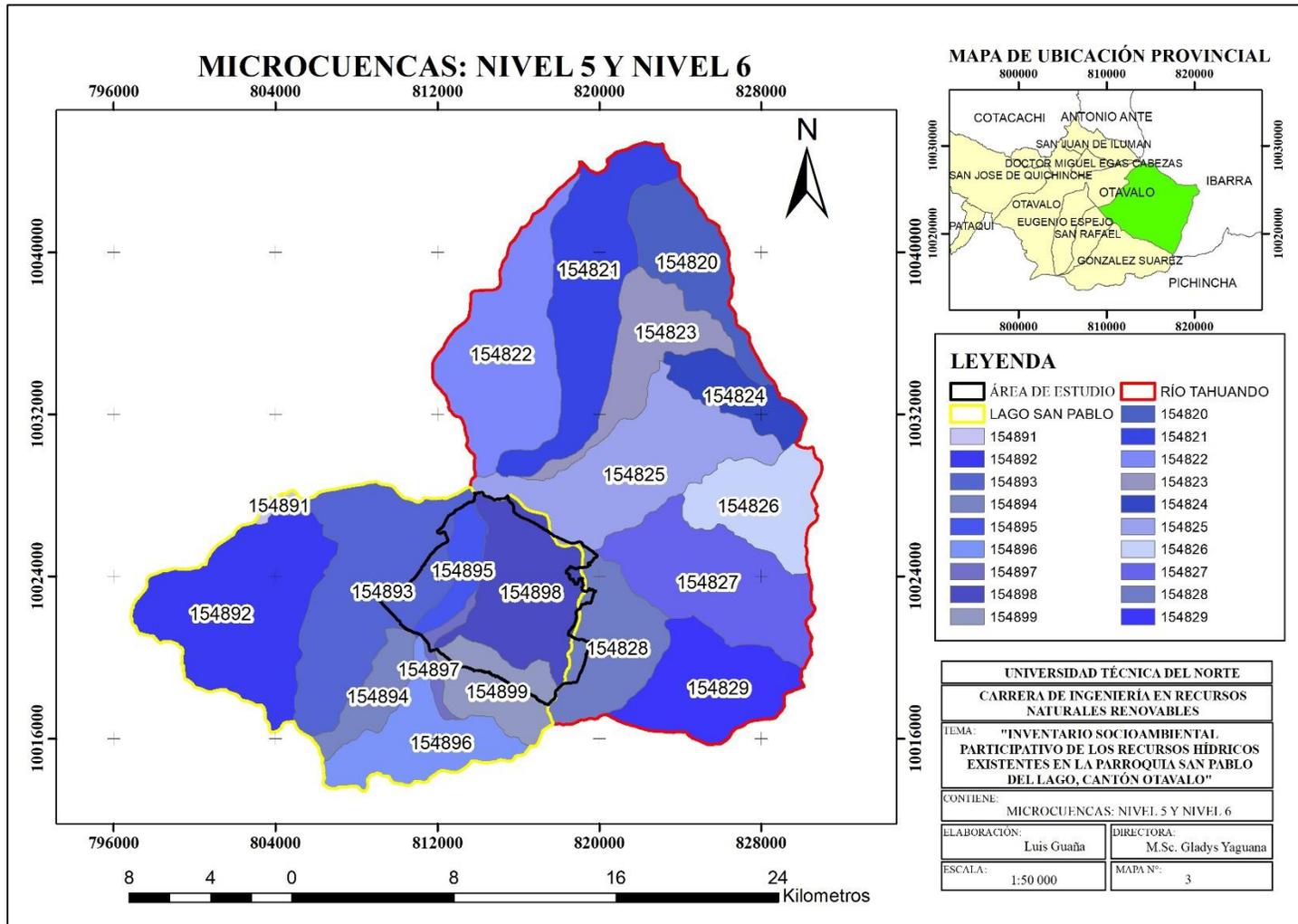
Mapa 1. Mapa Base del área de estudio



Mapa 2. Mapa Hídrico de la parroquia San Pablo del Lago



Mapa 3. Mapa delimitación y codificación microcuencas nivel 5 y nivel 6 de la parroquia San Pablo del Lago







## Anexo 2. Fichas de Campo

Ficha 1. Registro de datos de la identificación de fuentes de agua

### FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE FUENTES DE AGUA Inventario de los Recursos Hídricos

#### 1. Información general:

Nombre del responsable: \_\_\_\_\_

Fecha del recorrido: \_\_\_\_\_

Institución: \_\_\_\_\_

#### 2. Datos generales y localización de la fuente

##### 2.1. Sistemas hídricos: nombres

2.1.1. Cuenca: \_\_\_\_\_

2.1.2. Subcuenca: \_\_\_\_\_

2.1.3. Microcuenca: \_\_\_\_\_

2.1.4. \_\_\_\_\_: \_\_\_\_\_

2.1.5. \_\_\_\_\_: \_\_\_\_\_

##### 2.2. Sistema administrativo: nombres y código INEC

2.2.1. Parroquia: \_\_\_\_\_

2.2.2. Comunidad: \_\_\_\_\_

2.2.3. Sector: \_\_\_\_\_

2.2.4. \_\_\_\_\_: \_\_\_\_\_

##### 2.3. Coordenadas:

2.3.1. Eje X: \_\_\_\_\_

2.3.2. Eje Y: \_\_\_\_\_

2.3.3. Altura: \_\_\_\_\_

##### 2.4. Datos de la fuente

2.4.1. Nombre: \_\_\_\_\_

2.4.2. Posible uso: \_\_\_\_\_

Ficha 2. Registro de datos del aforamiento de caudales.

**FICHA DE AFORAMIENTO DE CAUDALES**  
**Inventario de los Recursos Hídricos**

**1. Datos de la Fuente**

1.1. Nombre: \_\_\_\_\_

**2. Método de aforo a realizar**

Método de Flotadores: \_\_\_\_\_ Método Volumétrico: \_\_\_\_\_

**3. Medición del caudal de la fuente:**

**3.1. Método Flotadores:**

Punto	Muestra	Ancho (a) <i>m</i>	Profundidad promedio (p) <i>m</i>	Área transversal del cauce (A) $A = a * p$ <i>m</i> <sup>2</sup>	Velocidad (v) <i>m/s</i>	Caudal (Q) $Q = A * v$ <i>m</i> <sup>3</sup> / <i>s</i>
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
<b>Promedio</b>						

**1.2. Método volumétrico:**

Punto	Muestras	Volumen (V) <i>L</i>	Tiempo (t) <i>s</i>	Caudal (Q) $Q = V * t$ <i>L/s</i>
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			
	10			
<b>PROMEDIO</b>				

Ficha 3. Registro de datos de la recolección de macroinvertebrados

**FICHA IDENTIFICACIÓN MACROINVERTEBRADOS**  
**Inventario de los Recursos Hídricos**

1. **Fecha del muestreo:** \_\_\_\_\_

2. **DATOS DEL PUNTO MUESTREADO**

2.1. Nombre: \_\_\_\_\_

2.2. Coordenadas: X: \_\_\_\_\_

Y: \_\_\_\_\_

Altura: \_\_\_\_\_

3. **Sitio de colección:**

**Características:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. **Evaluación Índice ABI (Índice Biótico Andino)**

VALORES ÍNDICE ABI			UBICACIÓN TAXONÓMICA	
Orden	Familia	Punt.	Abundancia	Puntaje ABI
Tricladida	Planariidae	5		
Hirudinea		3		
Oligochaeta		1		
Gastropoda	Ancylidae	6		
	Physidae	3		
	Hydrobiidae	3		
	Lymnaeidae	3		
	Planorbidae	3		
Bivalvia	Sphaeriidae	3		
Amphipoda	Hyaellidae	6		
Ostracoda		3		
Hydracarina		4		
Ephemeroptera	Baetidae	4		
	Leptophlebiidae	10		
	Leptohyphidae	7		
	Oligoneuridae	10		
Odonata	Aeshnidae	6		
	Gomphidae	8		

	Libellulidae	6		
	Coenagrionidae	6		
	Calopterygidae	8		
	Polythoridae	10		
Plecoptera	Perlidae	10		
	Gripopterygidae	10		
Heteroptera	Veliidae	5		
	Gerridae	5		
	Corixidae	5		
	Notonectidae	5		
	Belostomatidae	4		
	Naucoridae	5		
Trichoptera	Helicopsychidae	10		
	Calamoceratidae	10		
	Odontoceridae	10		
	Leptoceridae	8		
	Polycentropodidae	8		
	Hydroptilidae	6		
	Xiphocentronidae	8		
	Hydrobiosidae	8		
	Glossosomatidae	7		
	Hydropsychidae	5		
	Anamalopsychidae	10		
	Philopotamidae	8		
	Limnephilidae	7		
Lepidoptera	Pyralidae	4		
Coleoptera	Ptilodactilidae	5		
	Lampyridae	5		
	Psephenidae	5		
	Scirtidae	5		
	Staphylinidae	3		
	Elmidae	5		
	Dryopidae	5		
	Gyrinidae	3		
	Dytiscidae	3		
	Hydrophilidae	3		

	Hydraenidae	5		
Diptera	Blepharoceridae	10		
	Simuliidae	5		
	Tabanidae	4		
	Tipulidae	5		
	Limoniidae	4		
	Ceratopogonidae	4		
	Dixidae	4		
	Psychopodidae	3		
	Dolichopodidae	4		
	Stratiomyidae	4		
	Empididae	4		
	Chironomidae	2		
	Culicidae	2		
	Muscidae	2		
	Ephydriidae	2		
	Athericidae	10		
Syrphidae	1			
<b>TOTAL</b>				

**Fecha ubicación taxonómica:** \_\_\_\_\_

### Anexo 3. Resultados de la recolección de macroinvertebrados por cada una de las fuentes

<b>A1: Vertiente Tomaturo 2</b>				
Valores índice ABI			Ubicación taxonómica	
Orden	Familia	Punt.	Abundancia	Puntaje ABI
Tricladida	Planariidae	5	10	5
Hirudinea		3	8	3
Oligochaeta		1	9	1
Gastropoda	Physidae	3	9	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	15	6
Heteroptera	Gerridae	5	6	5
	Corixidae	5	18	5
Diptera	Limoniidae	4	4	4
<b>TOTAL</b>			85	35
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			Total: 0,64 l/s	

<b>B1: Vertiente S/N</b>				
Muestreo de macroinvertebrados				
Valores índice ABI			Ubicación taxonómica	
Orden	Familia	Punt.	Abundancia	Puntaje ABI
Tricladida	Planariidae	5	4	5
Oligochaeta		1	4	1
Amphipoda	Hyaellidae	6	63	6
Heteroptera	Gerridae	5	10	5
	Corixidae	5	6	5
Diptera	Limoniidae	4	7	4
	Stratiomyidae	4	6	4
<b>TOTAL</b>			100	30
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,48 l/s	

<b>B2: Vertiente Apangora 1</b>				
Muestreo de macroinvertebrados				
Valores índice ABI			Ubicación taxonómica	
Orden	Familia	Punt.	Abundancia	Puntaje ABI
Tricladida	Planariidae	5	4	5
Oligochaeta		1	2	1
Gastropoda	Physidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	15	6
Odonata	Aeshnidae	6	10	6
Heteroptera	Corixidae	5	20	5
Diptera	Limoniidae	4	3	4
<b>TOTAL</b>			60	30
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			47 l/s	

<b>B3: Vertiente Apangora 2</b>				
Muestreo de macroinvertebrados				
Valores índice ABI			Ubicación taxonómica	
Orden	Familia	Punt.	Abundancia	Puntaje ABI
Tricladida	Planariidae	5	4	5
Hirudinea		3	2	3
Gastropoda	Physidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	18	6
Odonata	Aeshnidae	6	12	6
Heteroptera	Gerridae	5	18	5
	Corixidae	5	16	5
Diptera	Limoniidae	4	8	4
<b>TOTAL</b>			84	37
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			63 l/s	

<b>B4: Vertiente Apangora 3</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Oligochaeta		1	2	1
Gastropoda	Physidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	21	6
Heteroptera	Gerridae	5	2	5
	Corixidae	5	16	5
Diptera	Limoniidae	4	2	4
<b>TOTAL</b>			49	24
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			89 l/s	

<b>B5: Vertiente Sumak Yaku</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Oligochaeta		1	10	1
Gastropoda	Physidae	3	9	3
	Planorbidae	3	8	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	19	6
Heteroptera	Gerridae	5	16	5
	Corixidae	5	8	5
Diptera	Tabanidae	4	11	4
<b>TOTAL</b>			87	30
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			136 l/s	

<b>B6: Vertiente Romero</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Oligochaeta		1	3	1
Gastropoda	Physidae	3	4	3
	Planorbidae	3	67	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	30	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	20	6
Odonata	Aeshnidae	6	5	6
Heteroptera	Gerridae	5	10	5
<b>TOTAL</b>			139	27
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			1,46 l/s	

<b>B7: Vertiente Araque</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Hirudinea		3	7	3
Oligochaeta		1	6	1
Gastropoda	Physidae	3	7	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	19	6
Odonata	Aeshnidae	6	6	6
Heteroptera	Gerridae	5	8	5
Diptera	Dolichopodidae	4	7	4
<b>TOTAL</b>			60	28
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			1,93 l/s	

<b>B8: Vertiente Antamba</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Oligochaeta		1	9	1
Gastropoda	Physidae	3	12	3
	Planorbidae	3	4	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	7	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	19	6
Odonata	Aeshnidae	6	7	6
Heteroptera	Gerridae	5	18	5
Diptera	Limoniidae	4	9	4
<b>TOTAL</b>			85	31
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			3,59 l/s	

<b>B9: Vertiente Araguillin</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	3	5
Oligochaeta		1	4	1
Gastropoda	Physidae	3	12	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	17	6
Odonata	Aeshnidae	6	11	6
Heteroptera	Gerridae	5	4	5
	Corixidae	5	2	5
<b>TOTAL</b>			53	31
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,04 l/s	

<b>C1: Vertiente Imbabura</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Hirudinea		3	2	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	4	3
Ostracoda		3	4	3
Odonata	Aeshnidae	6	6	6
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
Trichoptera	Xiphocentronidae	8	2	8
Lepidoptera	Pyralidae	4	2	4
Coleoptera	Ptilodactilidae	5	3	5
Diptera	Tabanidae	4	3	4
<b>TOTAL</b>			29	41
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,04 l/s	

<b>C2: Vertiente Ojo del Quinde</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	3	5
Hirudinea		3	14	3
Oligochaeta		1	4	1
Bivalvia	Sphaeriidae	3	8	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	101	6
Heteroptera	Gerridae	5	9	5
Lepidoptera	Pyralidae	4	3	4
Diptera	Tabanidae	4	6	4
	Limoniidae	4	8	3
<b>TOTAL</b>			156	34
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			153 l/s	

<b>C3: Vertiente S/N</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	6	5
Hirudinea		3	2	3
Oligochaeta		1	10	1
Gastropoda	Physidae	3	6	3
	Planorbidae	3	3	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	2	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	54	6
Odonata	Aeshnidae	6	10	6
Heteroptera	Corixidae	5	15	5
Lepidoptera	Pyralidae	4	8	4
Diptera	Limoniidae	4	10	4
<b>TOTAL</b>			126	43
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			1,8 l/s	

<b>C4: Vertiente S/N</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	3	5
Oligochaeta		1	10	1
Amphipoda	Hyaellidae	6	4	6
Diptera	Limoniidae	4	7	4
<b>TOTAL</b>			24	16
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,06 l/s	

<b>D1: Vertiente Angélica</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Hirudinea		3	5	3
Oligochaeta		1	5	1
Gastropoda	Physidae	3	8	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	3	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	42	6
Odonata	Aeshnidae	6	7	6
	Libellulidae	6	4	6
Heteroptera	Corixidae	5	3	5
Diptera	Limoniidae	4	2	4
<b>TOTAL</b>			79	37
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			18,42 l/s	

<b>D2: Vertiente Clemencia</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	13	5
Hirudinea		3	8	3
Oligochaeta		1	24	1
Gastropoda	Physidae	3	2	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	3	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	118	6
Heteroptera	Gerridae	5	17	5
Diptera	Dolichopodidae	4	2	4
<b>TOTAL</b>			187	30
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			3,84 l/s	

<b>D3: Vertiente Justicia</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	1	5
Hirudinea		3	4	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	2	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	243	6
Diptera	Limoniidae	4	7	4
	Dolichopodidae	4	1	4
<b>TOTAL</b>			258	25
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,04 l/s	

<b>E1: Vertiente Potrero</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Gastropoda	Physidae	3	3	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	3	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	16	6
Diptera	Dolichopodidae	4	4	4
<b>TOTAL</b>			26	16
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,03 l/s	

<b>E2: Vertiente Gaglio Pogyo</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Hirudinea		3	8	3
Oligochaeta		1	4	1
Gastropoda	Physidae	3	8	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	2	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	15	6
Odonata	Aeshnidae	6	3	6
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
	Corixidae	5	6	5
Diptera	Limoniidae	4	2	4
<b>TOTAL</b>			51	36
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,08 l/s	

<b>E3: Vertiente R. Proaño</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	4	5
Gastropoda	Physidae	3	6	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	9	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	20	6
Diptera	Dolichopodidae	4	8	4
<b>TOTAL</b>			47	21
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,04 l/s	

<b>E4: Vertiente Tomaturo 1</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Hirudinea		3	6	3
Oligochaeta		1	3	1
Bivalvia	Sphaeriidae	3	6	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	8	6
Heteroptera	Gerridae	5	8	5
	Corixidae	5	9	5
Diptera	Limoniidae	4	10	4
<b>TOTAL</b>			50	27
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			4,27 l/s	

<b>E5: Vertiente S/N</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Oligochaeta		1	14	1
<b>TOTAL</b>			14	1
<b>Calidad</b>			Muy mala	
<b>Cantidad</b>			0,03 l/s	

<b>E6: Vertiente Dausa Pogyo</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	10	5
Hirudinea		3	4	3
Oligochaeta		1	12	1
Gastropoda	Physidae	3	7	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	4	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	41	6
Odonata	Aeshnidae	6	8	6
Heteroptera	Gerridae	5	10	5
	Corixidae	5	8	5
Diptera	Limoniidae	4	8	4
<b>TOTAL</b>			112	41
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,02 l/s	

<b>E7: Vertiente Pumamaqui Pogyo</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	9	5
Oligochaeta		1	8	1
Gastropoda	Physidae	3	10	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	24	6
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
	Corixidae	5	12	5
Diptera	Tabanidae	4	13	4
<b>TOTAL</b>			79	29
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,39 l/s	

<b>E8: Vertiente Pichacho</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	1	5
Ostracoda		3	5	3
Odonata	Aeshnidae	6	12	6
Heteroptera	Gerridae	5	6	5
	Corixidae	5	9	5
Lepidoptera	Pylidae	4	4	4
Coleoptera	Ptilodactilidae	5	6	5
Diptera	Tabanidae	4	4	4
	Limoniidae	4	2	4
<b>TOTAL</b>			49	41
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,35 l/s	

<b>F2: Vertiente La Compañía</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	4	5
Oligochaeta		1	9	1
Gastropoda	Physidae	3	4	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	3	3
Amphipoda	Hyalellidae	6	18	6
Odonata	Aeshnidae	6	8	6
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
Diptera	Limoniidae	4	8	4
<b>TOTAL</b>			57	33
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			1,64 l/s	

<b>E9: Vertiente Carbon Pogyo</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	6	5
Oligochaeta		1	15	1
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
	Corixidae	5	2	5
<b>TOTAL</b>			26	16
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,13 l/s	

<b>F1: Vertiente San Francisco</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	14	5
Hirudinea		3	9	3
Oligochaeta		1	8	1
Gastropoda	Physidae	3	6	3
	Planorbidae	3	8	3
Bivalvia	Sphaeriidae	3	6	3
Amphipoda	Hyalellidae	6	19	6
Odonata	Aeshnidae	6	8	6
Heteroptera	Gerridae	5	10	5
	Corixidae	5	6	5
Diptera	Limoniidae	4	8	4
	Dolichopodidae	4	9	4
<b>TOTAL</b>			111	48
<b>Calidad</b>			Buena	
<b>Cantidad</b>			6,89 l/s	

<b>F3: Vertiente Potrerillo</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	8	5
Oligochaeta		1	12	1
Bivalvia	Sphaeriidae	3	5	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	23	6
Diptera	Limoniidae	4	3	3
<b>TOTAL</b>			51	18
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,33 l/s	

<b>F4: Vertiente Proaño</b>				
<b>Muestreo de macroinvertebrados</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Tricladida	Planariidae	5	1	5
Hirudinea		3	11	3
Oligochaeta		1	1	1
Bivalvia	Sphaeriidae	3	10	3
Amphipoda	Hyaellidae	6	143	6
Heteroptera	Gerridae	5	3	5
	Corixidae	5	5	5
Lepidoptera	Pyralidae	4	2	4
Diptera	Tabanidae	4	2	4
	Limoniidae	4	1	3
<b>TOTAL</b>			179	39
<b>Calidad</b>			Regular	
<b>Cantidad</b>			0,50 l/s	

<b>F5: Vertiente Agua de Güitig</b>				
<b>Valores índice ABI</b>			<b>Ubicación taxonómica</b>	
<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Punt.</b>	<b>Abundancia</b>	<b>Puntaje ABI</b>
Amphipoda	Hyaellidae	6	10	6
Heteroptera	Corixidae	5	2	5
Diptera	Dolichopodidae	4	3	4
<b>TOTAL</b>			15	15
<b>Calidad</b>			Mala	
<b>Cantidad</b>			0,071 l/s	