



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**TEMA:**

**MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO  
INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA GENERAR UNA  
PROPUESTA DE MANEJO PARTICIPATIVO DE LA MICROCUENCA  
DEL RIO SAN JOAQUÍN PARA FOMENTAR LA GESTION  
COMUNITARIA DEL RECURSO HIDRICO**

Tesis presentada como requisito para optar por el título de Ingeniero en Recursos  
Naturales Renovables

**Autor: Pablo Vozmediano**

**Ibarra – Ecuador**

**Mayo, 2015**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**“MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO  
INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA GENERAR UNA  
PROPUESTA DE MANEJO PARTICIPATIVO DE LA MICROCUENCA DEL RIO  
SAN JOAQUÍN PARA FOMENTAR LA GESTION COMUNITARIA DEL  
RECURSO HIDRICO”**

**APROBACIÓN DEL DIRECTOR**

En mi calidad de Director del Trabajo de Grado presentado por el señor: Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez, para optar por el Título de Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, considero que el presente trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal Calificador, siendo responsable de la dirección de trabajo de investigación contenido en el presente documento.

En la ciudad de Ibarra a los 03 días del mes de Julio del 2015



Blgo. Galo Pabón

**DIRECTOR**

#### DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Manifiesto que la presente obra es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto es original y que soy el titular de los derechos patrimoniales; por lo que asumo la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldré en defensa de la Universidad Técnica del Norte en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 03 días del mes de Julio de 2015



---

**Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez**  
CI: 1002987103

**CERTIFICACIÓN DE AUTORIA**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por el señor Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez, bajo mi supervisión.



Blgo. Galo Pabón

**DIRECTOR DE TESIS**

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

Yo, Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez, con cédula de identidad Nro. 1002987103, manifiesto mi 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: **MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA GENERAR UNA PROPUESTA DE MANEJO PARTICIPATIVO DE LA MICROCUENCA DEL RIO SAN JOAQUÍN PARA FOMENTAR LA GESTION COMUNITARIA DEL RECURSO HIDRICO**, 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 en el momento que haga entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 03 días del mes de Julio del 2015.



---

Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez

CI: 1002987103



**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 dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CEDULA DE IDENTIDAD:</b>	1002987103		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Vozmediano Alvarez Pablo Bolívar		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Imbabura / Ibarra / Calle Bolívar y Ob. Mosquera		
<b>EMAIL:</b>	Ambiental_rnr@hotmail.com		
<b>TELEFONO FIJO</b>	062-632-066	<b>TELEFONO MOVIL:</b>	0983329426

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA GENERAR UNA PROPUESTA DE MANEJO PARTICIPATIVO DE LA MICROCUENCA DEL RIO SAN JOAQUÍN PARA FOMENTAR LA GESTION COMUNITARIA DEL RECURSO HIDRICO

<b>AUTOR:</b>	Vozmediano Alvarez Pablo Bolívar
<b>FECHA:</b>	2015-07-03
SOLO PARA TRABAJO DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
<b>ASESOR / DIRECTOR:</b>	Blgo. Galo Pabón

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez, con cédula de identidad Nro. 100298710-3, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago 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.



Pablo Bolívar Vozmediano Alvarez

CI: 1002987103

## DEDICATORIA

El presente trabajo realizado con mucho esfuerzo y dedicación lo dedico a:

**A Dios** por la vida y sabiduría que me ha brindado para poder alcanzar este gran logro en mi vida.

**A mis padres, mis hermanas** por su gran apoyo y esfuerzo realizado a lo largo de todo el tiempo que he realizado mis estudios, siempre han estado presentes incondicionalmente.

**A mi esposa e hijo,** por el apoyo y motivación incondicional que me han brindado para realizar y culminar este proyecto de tesis.

Pablo Vozmediano



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios por la vida y salud que me ha dado, a la Universidad Técnica del Norte por darme la oportunidad de educarme y superarme, de igual manera agradezco a cada uno de los profesores por compartir sus conocimientos que fueron necesarios para culminar este proyecto, a mis amigos por la motivación que tuvieron siempre a lo largo de toda la carrera.

Pablo Vozmediano

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	X
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XII
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	2
1.1.1. General.....	2
1.1.2. Específicos.....	3
1.2. Preguntas Directrices .....	3
CAPITULO II .....	4
2. MARCO TEÓRICO Y MARCO LEGAL.....	4
2.1. Estudios Realizados con Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores Biológicos .....	4
2.2. El Agua como Factor Principal del Estudio.....	6
2.2.1. Calidad de Agua.....	6
2.2.2. Evaluación de la calidad de agua.....	6
2.2.3. Indicadores de calidad de agua.....	7
2.2.4. Macro-invertebrados acuáticos.....	7
2.2.5. Clasificación de los macro-invertebrados.....	9
2.2.5.1. Clase I.....	9
2.2.5.2. Clase II.....	9
2.2.5.3. Clase III.....	9
2.2.6. Colecta de macro-invertebrados.....	9
2.2.6.1. Red surber.....	10
2.2.6.2. Red de patada.....	10
2.2.6.3. Ventajas y desventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos.....	11

2.3.	Marco Legal .....	12
2.3.1.	Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y Aprovechamiento del Agua. ..	12
CAPITULO III .....		20
3.	MATERIALES Y MÉTODOS .....	20
3.1.	Descripción del Área de Estudio.....	20
3.2.	Materiales y Equipos.....	20
3.2.1.	Fase de campo.....	20
3.2.2.	Fase de laboratorio.....	21
3.2.3.	Fase de oficina. ....	22
3.3.	Metodología .....	22
3.3.1.	Delimitación del área de estudio.....	22
3.3.2.	Diagnostico biofísico. ....	23
3.3.2.1.	Clima.....	23
3.3.2.2.	Hidrología. ....	23
3.3.2.3.	Uso actual del suelo. ....	23
3.3.2.4.	Flora .....	23
3.3.2.5.	Fauna.....	24
3.3.2.6.	Avifauna.....	24
3.3.2.7.	Caudal. ....	24
3.3.3.	Componentes en estudio. ....	25
3.3.4.	Diagnostico socioeconómico. ....	26
3.3.5.	Variables evaluadas. ....	26
3.3.6.	Variables biológicas.....	26
3.3.7.	Manejo específico de la investigación. ....	26
3.3.8.	Muestreo de macro-invertebrados en las quebradas establecidas.....	27
3.3.9.	Técnicas a utilizarse.....	28
3.3.10.	Toma de muestras. ....	28
3.3.11.	Frecuencia de muestreo.....	28
3.3.12.	Recolección de muestras.....	28
3.3.13.	Identificación taxonómica de los macroinvertebrados. ....	29
3.3.14.	Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio San Joaquín..	29
3.3.15.	Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera).....	29
3.3.16.	Índice BMWP-A (Biological Monitoring Working Party de Antioquia) ....	30

3.3.17. Riqueza. ....	30
3.3.18. Propuesta de manejo participativo de la microcuenca. ....	31
3.3.19. Difusión de resultados. ....	32
CAPITULO IV.....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	33
4.1. Diagnostico Biofísico.....	33
4.1.1. Ubicación geográfica. ....	33
4.1.2. Clima.....	34
4.1.2.1. Sub tropical meso térmico húmedo.....	34
4.1.2.2. Ecuatorial meso térmico húmedo.....	34
4.1.2.3. Ecuatorial meso térmico muy húmedo. ....	34
4.1.3. Precipitación. ....	35
4.1.3.1. Temperatura. ....	35
4.1.4. Hidrología. ....	35
4.1.5. Sistema Hidrográfico de la comunidad y parroquia. ....	36
4.1.6. Uso actual del suelo. ....	37
4.1.7. Flora. ....	37
4.1.8. Fauna.....	40
4.1.9. Avifauna.....	41
4.1.10. Caudal. ....	42
4.2. Diagnostico Socioeconómico.....	43
4.2.1. Población.....	43
4.2.2. Población económicamente Activa (PEA).....	44
4.2.3. Descripción de la población ocupada según la Rama de actividad, Grupo de Ocupación y Categoría de Ocupación.....	45
4.3. Descripción de los Puntos de Muestreo.....	46
4.3.1. Quebrada Negra. ....	47
4.3.2. Quebrada de Los Pumas.....	47
4.3.3. Quebrada San Alfonso. ....	48
4.3.4. Quebrada San Silvestre. ....	48
4.4. Macro-Invertebrados Colectados en los Sitios de Muestreo.....	48
4.4.1. Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Octubre.....	49

4.4.2.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de los Pumas en el mes de Octubre.....	50
4.4.3.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Octubre.....	51
4.4.4.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Octubre.....	52
4.4.5.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Noviembre.....	53
4.4.6.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Noviembre.....	54
4.4.7.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Noviembre.....	55
4.4.8.	Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Noviembre.....	56
4.4.9.	Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Diciembre.....	56
4.4.10.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de los Pumas en el mes de Diciembre.....	57
4.4.11.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Diciembre.....	58
4.4.12.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Diciembre.....	59
4.4.13.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Enero. .....	59
4.4.14.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Enero.....	60
4.4.15.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Enero.....	61
4.4.16.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Enero.....	62
4.4.17.	Estructura de los macroinvertebrados encontrados en los sitios de estudio.	63
4.4.18.	Abundancia de individuos por sitio de muestreo.....	71
4.4.19.	Familias presentes en cada sitio de estudio.....	77

4.5.	Evaluación de la Calidad de Agua de las Quebradas Negra, los Pumas, San Alfonso y San Silvestre.....	78
4.5.1.	Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).....	78
4.5.1.1.	Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada Negra.....	78
4.5.1.2.	Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada de Los Pumas.....	79
4.5.1.3.	Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada San Alfonso... ..	80
4.5.1.4.	Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada San Silvestre.. ..	80
4.5.2.	Índice BMWPA Biological Monitoring Working Party de Antioquia. ....	82
4.5.2.1.	Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada Negra. ....	82
4.5.2.2.	Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada de Los Pumas.....	83
4.5.2.3.	Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada San Alfonso.....	84
4.5.2.4.	Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada San Silvestre.....	84
4.5.3.	Análisis general de la calidad de agua con macroinvertebrados como indicadores biológicos. ....	87
4.5.4.	Estudios relacionados con macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua. ....	89
4.6.	Propuesta de Manejo Participativo .....	90
4.6.1.	Programa de conservación de recursos hídricos. ....	93
4.6.2.	Programa de gestion del recurso hídrico.....	106
CAPITULO VI.....		119
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	119
5.1.	Conclusiones .....	119
5.2.	Recomendaciones .....	121
5.3.	Bibliografía .....	122
ANEXOS .....		124
Anexo 1.- Mapa de ubicación de la microcuenca del Río San Joaquín .....		124
Anexo 2.- Mapa climático de la microcuenca del Río San Joaquín .....		125
Anexo 3.- Mapa de isoyetas de la microcuenca del Río San Joaquín.....		126
Anexo 4.- Mapa de isotermas de la microcuenca del Río San Joaquín .....		127

Anexo 5.- Mapa de la red hídrica de la microcuenca del Río San Joaquín.....	128
Anexo 6.- Mapa del uso actual del suelo de la microcuenca del Río San Joaquín ..	129
Anexo 7.- Mapa de Drenajes menores .....	130
Anexo 8.- Mapa de Areas a reforestar .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.	Ventajas y desventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos.....	11
Tabla 3.1.	Materiales y equipos para la fase de campo.....	21
Tabla 3.2.	Materiales y equipos para la fase de laboratorio.....	21
Tabla 3.3	Materiales y equipos de oficina.....	22
Tabla 3.4	Índice de calidad de agua EPT.....	30
Tabla 3.5	Índice de calidad de agua BMWP-A.....	30
Tabla 4.1	Registro de flora presente en el área de estudio.....	38
Tabla 4.2	Registro de flora presente en el área de estudio.....	41
Tabla 4.3	Registro de avifauna presente en el área de estudio.....	41
Tabla 4.4	Caudal de las quebradas en estudio.....	42
Tabla 4.5	Distribución de la población.....	43
Tabla 4.6	Tipo de actividad para la PEA.....	44
Tabla 4.7	Población Económicamente Activa.....	45
Tabla 4.8	Rama de actividad en la que participa la población parroquial.....	45
Tabla 4.9	Puntos de muestreo de las quebradas en estudio.....	46
Tabla 4.10	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Octubre.....	49
Tabla 4.11	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de los Pumas en el mes de Octubre.....	50
Tabla 4.12	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Octubre.....	51
Tabla 4.13	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Octubre.....	52
Tabla 4.14	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Noviembre.....	53
4.4.6.	Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Noviembre.....	54
Tabla 4.15	Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Noviembre.....	54
Tabla 4.16	Listado de macro-invertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Noviembre.....	55



Tabla 4.17 Listado de macro-invertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Noviembre. ....	56
Tabla 4.18 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Diciembre. ....	57
Tabla 4.19 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Diciembre. ....	58
Tabla 4.20 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Diciembre. ....	58
Tabla 4.21 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Diciembre. ....	59
Tabla 4.22 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Enero. ....	60
Tabla 4.23 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Enero. ....	61
Tabla 4.24 Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Enero. ....	62
Tabla 4.25. Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Enero. ....	63
Tabla 4.26 Estructura de los macroinvertebrados encontrados en los sitios de estudio .....	63
Tabla 4.27 Resumen general de los macroinvertebrados encontrados .....	65
Tabla 4.28 Identificación grafica de los individuos encontrados durante el estudio .	65
Tabla 4.29 Abundancia de individuos por sitio de muestreo .....	72
Tabla 4.30 Abundancia de individuos por época de muestreo.....	75
Tabla 4.31 Familias presentes en cada sitio de muestreo .....	77
Tabla 4.32 Resumen comparativo índice ETP y BMWP-A .....	87
Tabla 4.33 Número de especies para reforestación.....	97
Tabla 4.34 Costos del proyecto de revegetación drenajes menores.....	99
Tabla 4.35 Costos del proyecto de regeneración natural .....	103
Tabla 4.36 Costos del proyecto de monitoreo ambiental con macro invertebrados acuáticos .....	105
Tabla 4.37 Costo del proyecto de fortalecimiento de la junta administradora del agua. ....	112
Tabla 4.38 Costos del proyecto de educación ambiental .....	116

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 4.1 Ubicación de la microcuenca de Rio San Joaquín .....	33
Gráfico 4.2 Porcentaje de la población masculino y femenino.....	44
Grafico 4.3 Abundancia de individuos por sitio de muestreo.....	75
Grafico 4.4 Abundancia de individuos por época de muestreo .....	77
Gráfico 4.5 Índice EPT - Quebrada Negra.....	79
Gráfico 4.6 Índice EPT - Quebrada de Los Pumas .....	79
Gráfico 4.7 Índice EPT-Quebrada San Alfonso.....	80
Gráfico 4.8 Índice EPT – Quebrada San Silvestre.....	81
Grafico 4.9 Análisis general de los sitios de estudio .....	82
Gráfico 4.10 Índice BMWP-A – Quebrada Negra.....	83
Gráfico 4.11 Índice BMWP-A – Quebrada de Los Pumas .....	83
Gráfico 4.12 Índice BMWP-A – Quebrada San Alfonso.....	84
Gráfico 4.13 Índice BMWP-A – Quebrada San Silvestre.....	85
Grafico 4.14 Análisis general de los sitios de estudio, BMWP-A.....	86
Grafico 4.15 Analisis comparativo .....	88

## RESUMEN

La microcuenca del Río San Joaquín se encuentra ubicada en la parroquia 6 de Julio Cuellaje en el cantón Cotacachi, provincia de Imbabura; en la cual se encuentran las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre que abastecen de agua a la comunidad San Joaquín y a la parroquia 6 de Julio Cuellaje, estas vertientes no cuentan con un estudio de agua con respecto a su calidad con ningún tipo de indicador.

El principal propósito fue realizar un estudio acerca de la calidad del agua de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre utilizando macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos para posteriormente realizar una propuesta de manejo participativo con la comunidad de acuerdo a los resultados obtenidos durante la investigación la misma que pueda emplear la junta administradora del agua.

La metodología que se aplicó fue la colecta de macroinvertebrados mediante una red surber en cada una de las quebradas en un periodo de cuatro meses, para posteriormente identificarlos taxonómicamente y determinar la calidad del agua mediante los índices ETP y BMWP-A, donde se obtuvo un resultado de calidad de agua BUENA de acuerdo al índice ETP y agua de calidad MUY BUENA a través del índice BMWP-A.

Para la propuesta de manejo participativo se lo realizó de acuerdo a la metodología de Planteamiento Andino Comunitario la cual está estructurada en seis fases que involucran directamente a la comunidad, de acuerdo a los principales problemas presentes en el área de estudio se elaboró dos programas y cinco proyectos enfocados en la conservación y manejo adecuado de los recursos hídricos, la propuesta está estructurada para que pueda ser ejecutada por la junta administradora de agua.

**Palabras clave:** Agua, macroinvertebrados acuáticos, participativa, propuesta, programas.

## **ABSTRACT**

The San Joaquin River watershed is located in the parish July 6 Cuellaje in the city Cotacachi, Imbabura province; in which lie the broken Negra, Los Pumas, San Alfonso and San Silvestre that supply water to the San Joaquin community and parish Cuellaje July 6, these aspects do not have a study of water quality with respect to any type of indicator.

The main purpose was to conduct a study on water quality of broken Negra, Los Pumas, San Alfonso and San Silvestre using aquatic macroinvertebrates as biological indicators later to make a proposal for participatory management with the community according to the results obtained in the same research you can use the water management board.

The methodology applied was collecting macroinvertebrates using a Surber in each of the streams in a period of four months, later to identify taxonomically and to determine the water quality by the ETP and BMWP-A indices network, where she obtained a result of good water quality according to the ETP and water quality index VERY GOOD through the BMWP-A index.

Proposal for participatory management it conducted according to the methodology of the Andean Community approach which is structured into six phases that directly involve the community, according to the main problems found in the study area two programs developed five projects focusing on the conservation and proper management of water resources, the proposal is structured so it can be executed by the governing board of water

**Keywords:** Water, aquatic macroinvertebrates, participatory, proposed programs.

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país donde la degradación de los bosques, ecosistemas fluviales constituyen un problema que afectan a las fuentes que abastecen a las diferentes comunidades del país y la región. Las comunidades que se encuentra alejadas de las ciudades tienen un gran desconocimiento sobre la importancia de la calidad del agua por lo que se convierte en un gran problema como es el caso de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje en el cantón Cotacachi, además a esto se le suma el poco interés de las autoridades, la mala administración de los recursos económicos para dar un buen manejo y mantenimiento de los sistemas de dicha Parroquia.

Además, en la micro cuenca del Rio San Joaquín no se ha realizado una evaluación de la calidad de agua con ningún tipo de indicador y determinar el estado en el que esta se encuentra, viéndose amenazada por la contaminación antrópica debido a la expansión de la frontera agrícola, actividades ganaderas y desconocimiento de un manejo adecuado.

Otro factor importante que se tomó en cuenta para la realización de esta investigación mediante indicadores biológicos es que debido a la falta de recursos económicos para realizar los análisis físico-químicos del agua de una manera periódica es el principal problema que afronta la comunidad, debido a esto se ha genera un desinterés en el cuidado de este recurso, de acuerdo con (Neumann, Baumeisterb, Liess y Schulza, 2003) el inconveniente de determinar la calidad del agua mediante análisis químicos no solo radica en sus altos costos si no en que estos análisis proporcionan información de periodos cortos de tiempo, por ser métodos que muestran contaminación transitoria.

Es por esto una de la razones principales que el trabajo que se desarrolló se justifica por la necesidad de evaluar la calidad del agua con la intervención de macro-invertebrados acuáticos ya que son uno de los indicadores biológicos más utilizados en la evaluación de los ecosistemas fluviales debido a sus características, requerimientos especiales y adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones

ambientales que los convierten en organismos con límites de tolerancia específicos a las diferentes alteraciones de su hábitat.

De acuerdo a la Constitución vigente en los derechos de la naturaleza en el artículo, 71 se menciona; la naturaleza o Pacha Mama, donde se produce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete íntegramente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructuras, funciones y procesos evolutivos en los mismos derechos consta también en el artículo, 74; Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permita el buen vivir.

El conocimiento de la calidad de agua de la microcuenca del Río San Joaquín constituye una necesidad de los sectores sociales que se encuentran involucrados en el sistema hídrico, puesto que ello permitió implementar actividades de conservación de la microcuenca, labores de monitoreo e incorporación de planes y programas de manejo, enmarcado en un ámbito participativo en donde los actores sociales con ayuda técnica y en base a los estudios realizados se determinó las mejores alternativas de manejo.

Con este estudio se facilitó una herramienta informativa la cual sirve para conocer las condiciones de sus recursos hídricos impulsando a un manejo equitativo del agua, también se socializó la información obtenida mediante una asamblea con los todos los beneficiarios lo que generó un proceso participativo donde se busca alternativas para preservar mejor este recurso.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General.**

Determinar mediante Macro-invertebrados acuáticos la calidad del agua de la micro cuenca del Rio San Joaquín para generar una estrategia de conservación

### **1.1.2. Específicos.**

- Determinar la calidad del agua de la microcuenca mediante los índices EPT y BMWP-A
- Identificar taxonómicamente a los macro-invertebrados acuáticos encontrados y comparar en las distintas épocas de muestreo.
- Generar una propuesta de manejo participativo que pueda emplear la junta administradora de Agua Potable de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje.

### **1.2. Preguntas Directrices**

- a) ¿Cuál es la calidad de los afluentes en estudio de la microcuenca del río San Joaquín?
- b) ¿Cuál es la diferencia entre los distintos sitios de muestreo con respecto a los macroinvertebrados identificados?
- c) ¿Es aplicable la propuesta participativa generada para ser empleada por la junta administradora de Agua Potable de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje?

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO Y MARCO LEGAL

#### 2.1. Estudios Realizados con Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores Biológicos

El estudio realizado para la Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la sub-cuenca alta del Río Chinchiná, fue realizado con el objetivo de evaluar la composición de macroinvertebrados y la calidad de agua en zonas de río provistas de vegetación ribereña nativa y exótica y zonas sin vegetación fueron muestreadas las quebradas: El Diamante, La Oliva y el Río Chinchiná. En este estudio se realizaron tres muestreos de macroinvertebrados, en tres periodos (seco, intermedio y lluvioso) entre febrero y mayo. Para la recolección de macroinvertebrados se utilizó la Red de Surber, en cada punto de muestreo en total se colectaron 7486 macroinvertebrados distribuidos en 13 órdenes, 37 familias y 74 géneros. ( Meza-S & Rubio-M., 2012)

El río Liquino, uno de los afluentes del río Pastaza, en el oriente ecuatoriano, ha sufrido episodios de intervención antrópica. Con el propósito de medir el estado de salud ecológica de este ecosistema acuático, se monitorearon sus aguas utilizando macroinvertebrados como bioindicador de calidad ambiental. Durante el trabajo realizado se registró la presencia y dominancia de especies indicadoras de buena calidad ambiental, como son las especies correspondientes al grupo de los Ephemeroptera (Mayobaetis sp., Farrodes sp., LeptoHyphes sp.), Trichoptera (Smicridea sp.,Chimarra sp.), Plecoptera (Anacroneuria sp.) (Terneus, Hernández, & Racines, 2012).

Se realizó un estudio en la subcuenca del río Yanuncay perteneciente al cantón Cuenca, provincia del Azuay. El objetivo principal del estudio fue evaluar el estado actual de la calidad del agua de la subcuenca del río Yanuncay en dos estaciones climáticas (invierno y verano). Se escogieron ocho estaciones ubicadas en diferentes pisos altitudinales, se analizó los siguientes índices: calidad del hábitad, EPT, riqueza de taxones y diversidad de Simpson y con todos los datos se analizó su multivariado (ANOVA) y un dendrograma clúster. Los resultados físico-químicos, bacteriológicos y biológicos están influenciados ante la presencia de contaminantes a lo largo de la subcuenca (Cocha Pallo, 2009)

En un estudio realizado en el mes de mayo del 2012, en los ríos: Pindo Mirador, Pindo Grande y Alpayacu, ubicados en el sector de Mera, provincia de Pastaza de la Amazonía ecuatoriana,



se analizó la diversidad y la abundancia de los macro invertebrados bentónicos utilizando los índices BMWP-A y EPT. Los resultados de ésta investigación permiten determinar la importancia de las micro-cuencas de los ríos Pindo Mirador y Pindo Grande como fuente de agua para las poblaciones que se encuentran río abajo, así como el modo en el cual la presencia o ausencia de organismos bioindicadores (macroinvertebrados) indica la calidad del agua y de los bosques de la micro-cuenca (Endara & Endara, 2012).

Se realizó un muestreo de macroinvertebrados bentónicos en los ríos Guajalito, Palmeras y Brincador, los cuales cruzan a través del Bosque Protector Río Guajalito, con el fin de estimar la calidad de las aguas de los mismos y de comparar diversos índices biológicos de calidad de aguas (BMWP-A e índice de Sensibilidad). Además se realizó una caracterización física y química para validar la información biológica obtenida. Las familias más representativas fueron Hydropsychidae, Chironomidae y Helicopsychidae. Se encontraron diferencias significativas en la diversidad y riqueza de invertebrados bentónicos entre los diferentes ríos, y además en las puntuaciones de los diferentes índices biológicos de calidad del agua. (Arroyo J & Encalada, 2010)

El estudio de la calidad del agua en los afluentes de la Microcuenca Alta del Río Guargualla para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo, en la Provincia de Chimborazo; muestreando 8 puntos de monitoreo entre los 2813 y 3440 msnm. Estimando la calidad del agua mediante el empleo de bioindicadores (macroinvertebrados). En donde según el índice EPT estimo una calidad de agua buena y regular; y mediante el índice BMWP-A presento una calidad de agua moderadamente contaminadas en toda la microcuenca. Recolectando un total de 1309 individuos pertenecientes a 7 órdenes y 16 familias de macroinvertebrados, La familia más abundante y amplia distribución fue la Baetidae (Saransig Zambrano, 2010).

El estudio de Macroinvertebrados acuáticos para determinar su relación frente a un tipo de contaminación rutinaria, se realizó en el recorrido del río Alambi, los centros poblados de Nono, Tandayapa, Nanegalito y Nanegal. Se determinó la abundancia total de 6447 individuos ubicados dentro de 16 órdenes, 47 familias y 55 géneros. De los cuales 4726 pertenecen al grupo de EPT indicadores de buena calidad, estableciendo un promedio total de 197, de los 213,5 registrados para los sitios Antes y 180,5 para los sitios Después. La valoración biológica global BMWP-A fue de 110,38, siendo 116.20 para sitios Antes y 104,58 para sitios Después. El nivel de significancia entre estos dos índices fue de 0,76 catalogando al agua del río Alambi como de “BUENA” calidad biológica (Giacometti V & Bersosa V, Junio, 2006).

## **2.2. El Agua como Factor Principal del Estudio**

La vida surgió en el agua y ella es esencial para el mantenimiento de todo tipo de vida en nuestro planeta. Ningún proceso metabólico ocurre sin su acción directa o indirecta. El agua cubre el 71% de la superficie de la tierra y es el medio natural para muchas formas de vida. La interacción entre el agua y la atmosfera constituye el principal factor determinante del clima. El ecosistema acuático al igual que el terrestre, es el resultado de la interacción entre el agua, la atmosfera y los organismos vivos. (Roldan, G, 1992)

### **2.2.1. Calidad de Agua.**

Este término es relativo a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias ya sea toxicas o producidas por procesos naturales. De acuerdo con esto, tanto los criterios como los estándares y objetivos de calidad de agua variarán dependiendo de si se trata de agua para consumo humano, para uso agrícola o industrial, para recreación, para mantener la calidad ambiental, etc.

Al hablar de calidad del agua se debe tener en cuenta el nivel de contaminación que esta puede tener, entendiéndose como contaminación del agua como “la adición de sustancias alóctonas o microorganismos que deterioran su calidad; esta calidad se refiere a la aptitud del agua para los usos beneficiosos del hombre, esto es para su bebida y la de los animales, como soporte de una vida sana, para el riego de cultivos y para la recreación” Roldan y Ramírez (2008)

“La calidad de un cuerpo de agua puede estar definida no sólo en términos de las características y requerimientos del sistema hídrico que suministra el agua, sino también de acuerdo con los requisitos exigidos a los efluentes que se descargan en el cuerpo receptor.” (General, K. 1999)

### **2.2.2. Evaluación de la calidad de agua.**

“Los científicos descubrieron que el control biológico de los sistemas acuáticos puede ser valioso para la calidad del agua y la detección de contaminación. Los organismos acuáticos muestran una respuesta duradera de los episodios de

contaminación intermitentes que no siempre se detectan mediante el control químico rutinario, que sólo muestra un volumen de agua relativamente pequeño en un momento dado.” (Gerard, K. 1999).

### **2.2.3. Indicadores de calidad de agua.**

“Muchos seres vivos pueden desarrollarse bien en aguas de calidad muy diversa, pero otros están estrechamente unidos a condiciones ambientales muy específicas, sólo estos últimos son apropiados como organismos indicadores o bioindicadores de la buena calidad del agua.” (Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente 2003)

“Los estudios básicos que determinan el estado del líquido, consisten en el muestreo (parámetros hidromorfológicos y biológicos), y las posteriores determinaciones analíticas en laboratorio. En las muestras biológicas se hace la identificación taxonómica y el cálculo de índices bióticos.” (Bonada, E. 2006).

También Roldán y Ramírez (2008), señala que “un bioindicador es un organismo o conjunto de estos, que tiene como propiedad responder a la variación de un determinado factor (abiótico o biótico) del ecosistema”.

### **2.2.4. Macro-invertebrados acuáticos.**

Los macro-invertebrados acuáticos se definen como aquellos organismos que se pueden ver a simple vista; es decir, todos aquellos organismos que tengan tamaños superiores a 0.5 mm hasta 2.5 cm de longitud. (Orth K. 2008), se llaman *macro* porque son grandes, *invertebrados* porque no tienen huesos y *acuáticos* porque viven en lugares con agua dulce (Manual de Monitoreo, 2004).

De acuerdo a (Roldán y Ramírez, 2008). “El uso de macroinvertebrados como indicadores se fundamenta en que dichos organismos ocupan un hábitat con exigencias ambientales a los que están adaptados. Cualquier cambio en las condiciones ambientales se reflejará en las estructuras de las comunidades”.

Los macro-invertebrados son habitantes de dos tipos de ecosistemas de aguas dulces muy distintos entre sí, ecosistemas Lenticos o de aguas tranquilas y Lóticos o de aguas rápidas, representados por una fauna numerosa de especies de artrópodos, anélidos y moluscos. Dentro de los artrópodos (insectos y ácaros) se desarrollan interacciones biológicas muy interesantes y en la mayoría de los insectos que viven a orillas de los arroyos (como odonatos, dípteros, y tricópteros) sus larvas viven entre los intersticios de los fondos.

Los macro-invertebrados, son organismos utilizados con mayor frecuencia en los estudios relacionados con la contaminación de los ríos, como indicador de las condiciones ecológicas o de la calidad de las aguas, puesto que:

- a) Son razonablemente sedentarios, debido a su escasa capacidad de movimiento, resultando directamente afectados por las sustancias vertidas en las aguas.
- b) Tienen un ciclo de vida largo en comparación con otros organismos, lo que permite estudiar, los cambios acontecidos durante largos periodos de tiempo.
- c) Abarca en su conjunto un amplio espectro ecológico.
- d) Tamaño aceptable frente a otros microorganismos.

Las respuestas de las comunidades acuáticas a las perturbaciones ambientales, son útiles para evaluar el impacto de los distintos tipos de contaminación (agrícolas, ganaderas e impactos de otros usos del suelo sobre los cursos de aguas superficiales). Estos estudios suponen una herramienta adecuada para el establecimiento de “caudales ecológicos”.

Entre los principales macro-invertebrados más utilizados para estudios de calidad de agua están: el orden Plecóptera, Trichoptera y Ephemeroptera.

En la ecología de los ríos, la comunidad de macro-invertebrados bentónicos es de principal importancia para el entendimiento de la estructura y el funcionamiento de estos ecosistemas, como eslabón fundamental de la cadena trófica sirviendo de alimento a los peces, así como a

las aves y anfibios asociados al medio acuático; como indicadores biológicos de la calidad del agua y como componentes del sistema acuático aportando riquezas y diversidad. Además, esta comunidad también provee una importante herramienta para monitoreo y programas de manejo. (Orth K. 2008).

### **2.2.5. Clasificación de los macro-invertebrados.**

Desde el punto de vista de la contaminación, los macro-invertebrados se agrupan en tres categorías generales:

#### **2.2.5.1. Clase I.**

“Son indicadores de aguas claras, son muy sensibles a los cambios. Dentro de ellos tenemos a los órdenes: Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, algunos Diptera, Odonata, Neuroptera.” (Bersoza, F. 2001)

#### **2.2.5.2. Clase II.**

“Son indicadores de aguas medianamente contaminadas. En general son tolerantes a la contaminación de tipo orgánica. Dentro de este grupo tenemos algunos: Odonata, Trichoptera, pero los grupos más representativos son algunos Dípteros, como los de la familia Chironomidae y, los churos y sanguijuelas.” (Bersoza, F. 2001).

#### **2.2.5.3. Clase III.**

“Se encuentran en medios contaminados por materia orgánica. Se destaca la clase Annelida y la familia Chironomidae.” (Bersoza, F. 2001).

### **2.2.6. Colecta de macro-invertebrados.**

Para la colecta de macroinvertebrados acuáticos existen dos maneras de hacerlo las cuales son económicas y de mayor facilidad, para esto se utiliza los siguientes instrumentos:

### **2.2.6.1. Red surber.**

“Esta técnica utiliza una red sujeta a un marco metálico, en forma de L, en la cual removiendo el fondo del río se puede recolectar macroinvertebrados.” (Ramírez, 2010).

Se trata de atrapar macro invertebrados con una red sujeta a un marco metálico, que abierta tiene forma de L, removiendo el fondo del río. Se utiliza en ríos de poca profundidad, con corrientes más o menos torrentosas y fondo de piedras pequeñas, donde el agua no supere los 45 centímetros o el borde superior de una bota de caucho. Se lo realiza removiendo con la mano el fondo que está dentro del marco de metal durante 1 minuto (Carrera y Fierro, 2001). Esta red o malla puede ser de nylon, plástico o tela muy fina, pero resistente, y con un ojo de red o malla de 0,5 a 1 milímetro.

### **2.2.6.2. Red de patada.**

Esta técnica consiste en atrapar macro-invertebrados , removiendo el fondo del río, se llama de patada porque mientras uno de los miembros de la pareja da patadas removiendo el fondo, la otra coloca la red río abajo para atraparlos. Se utiliza en ríos medianamente torrentosos por los que se puede caminar, y poseen cualquier tipo de sustrato como fango, hojas, troncos, piedras, etc. El ojo de red o malla debe ser de 0,5 a 1 milímetro amarrados a un par de palos de 1.50cm de largo.

Una vez establecida la manera de cómo se realiza la colecta de macroinvertebrados acuáticos se debe conocer que estos pueden vivir en hojas flotantes, troncos caídos y en descomposición, lodo y arena del fondo del río, sobre y debajo de las piedras, aguas corrientosas, lagunas, aguas estancadas, pozos y charcos. Los macro-invertebrados se multiplican en grandes cantidades, se pueden encontrar miles en un metro cuadrado y estos son parte importante en la alimentación de los peces.

“La principal fuente de alimento de los macroinvertebrados acuáticos son las plantas acuáticas, restos de otras plantas y algas, otros invertebrados, pequeños restos

de comida y animales en descomposición, elementos nutritivos del agua y sangre de otros animales.” (González y García, 1995; McCafferty, 1981; Roldán, 1992).

### 2.2.6.3. *Ventajas y desventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos.*

Los estudios con macroinvertebrados acuáticos han determinado que son grandes indicadores de la calidad del agua, pese a esto se muestra en la tabla 2.1 las ventajas y desventajas al utilizar estos indicadores.

**Tabla 2.1.** Ventajas y desventajas de utilizar macroinvertebrados acuáticos.

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se encuentran prácticamente en todos los sistemas acuáticos, por lo que favorecen estudios comparativos.	Los macroinvertebrados no son sensibles a algunas perturbaciones de origen humano y cantidades trazas de algunos contaminantes, haciendo que este factor incida en las evaluaciones cuantitativas pudiendo requerir de gran número de muestras que incrementan los costos de aplicación de la bioindicación en programas de evaluación de calidad del recurso hídrico (Figueroa, 2004).
Su naturaleza sedentaria, permite un perfectivo análisis de los efectos de perturbaciones.	Pueden existir otros factores independientes a la calidad del agua que afecta la distribución y abundancia (perturbaciones por cambios de caudales manejados artificialmente, catástrofes naturales por inundación, etc.)
Presentan un largo periodo de permanencia en el agua, lo cual permite estudiar cambios temporales.	Las variables estacionales pueden complicar las interpretaciones o comparaciones
Son sensibles a perturbaciones y esto los hace responder rápidamente.	La disposición de algunos invertebrados a derivar les proporciona algunas ventajas sobre aquellos móviles.
La disponibilidad de métodos e índices para el análisis de datos, han sido validados en diferentes ríos del mundo.	Ciertos grupos no son bien conocidos taxonómicamente.
Hellawell, 1986; Rosenberg y Resh, 1993; Resh y Rosenberg, 1984; Resh, 1994; Resh et al 1996; Alba-Tercedor y Prat, 1997; Prat 1998	

## **2.3. Marco Legal**

Se tomó en cuenta la ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua, establecido por la constitución política del Ecuador en el mes de agosto del año 2014

### **2.3.1. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, usos y Aprovechamiento del Agua.**

## **TÍTULO I DISPOSICIONES PRELIMINARES**

### **CAPÍTULO I DE LOS PRINCIPIOS**

**Artículo 1.- Naturaleza jurídica.** Los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado y serán de su competencia exclusiva, la misma que se ejercerá concurrentemente entre el Gobierno Central y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, de conformidad con la Ley.

El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida, elemento vital de la naturaleza y fundamental para garantizar la soberanía alimentaria.

**Artículo 2.- Ámbito de aplicación.** La presente Ley Orgánica regirá en todo el territorio nacional, quedando sujetos a sus normas las personas, nacionales o extranjeras que se encuentren en él.

**Artículo 3.- Objeto de la Ley.** El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el *sumak kawsay* o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.



**Artículo 4.- Principios de la Ley.** Esta Ley se fundamenta en los siguientes principios:

- a) La integración de todas las aguas, sean estas, superficiales, subterráneas o atmosféricas, en el ciclo hidrológico con los ecosistemas
- b) El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad
- c) El agua, como bien de dominio público, es inalienable, imprescriptible e inembargable
- d) El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; en consecuencia, está prohibido cualquier tipo de propiedad privada sobre el agua
- e) El acceso al agua es un derecho humano
- f) El Estado garantiza el acceso equitativo al agua
- g) El Estado garantiza la gestión integral, integrada y participativa del agua; y,
- h) La gestión del agua es pública o comunitaria.

**Artículo 5.- Sector estratégico.** El agua constituye patrimonio nacional, sector estratégico de decisión y de control exclusivo del Estado a través de la Autoridad Única del Agua. Su gestión se orientará al pleno ejercicio de los derechos y al interés público, en atención a su decisiva influencia social, comunitaria, cultural, política, ambiental y económica.

**Artículo 6.- Prohibición de privatización.** Se prohíbe toda forma de privatización del agua, por su trascendencia para la vida, la economía y el ambiente; por lo mismo esta no puede ser objeto de ningún acuerdo comercial, con gobierno, entidad multilateral o empresa privada nacional o extranjera.

Su gestión será exclusivamente pública o comunitaria. No se reconocerá ninguna forma de apropiación o de posesión individual o colectiva sobre el agua, cualquiera que sea su estado. En consecuencia, se prohíbe:

- a) Toda delegación al sector privado de la gestión del agua o de alguna de las competencias asignadas constitucional o legalmente al Estado a través de la Autoridad Única del Agua o a los Gobiernos Autónomos Descentralizados.
- b) La gestión indirecta, delegación o externalización de la prestación de los servicios públicos relacionados con el ciclo integral del agua por parte de la iniciativa privada.
- c) Cualquier acuerdo comercial que imponga un régimen económico basado en el lucro para la gestión del agua.
- d) Toda forma de mercantilización de los servicios ambientales sobre el agua con fines de lucro.
- e) Cualquier forma de convenio o acuerdo de cooperación que incluya cláusulas que menoscaben la conservación, el manejo sustentable del agua, la biodiversidad, la salud humana, el derecho humano al agua, la soberanía alimentaria, los derechos humanos y de la naturaleza; y,
- f) El otorgamiento de autorizaciones perpetuas o de plazo indefinido para el uso o aprovechamiento del agua.

**Artículo 7.- Actividades en el sector estratégico del agua.** La prestación del servicio público del agua es exclusivamente pública o comunitaria. Excepcionalmente podrán participar la iniciativa privada y la economía popular y solidaria, en los siguientes casos:

- a) Declaratoria de emergencia adoptada por la autoridad competente, de conformidad con el ordenamiento jurídico; o,
- b) Desarrollo de subprocesos de la administración del servicio público cuando la autoridad competente no tenga las condiciones técnicas o financieras para hacerlo. El plazo máximo será de diez años, previa auditoría.

**Artículo 8.- Gestión integrada de los recursos hídricos.** La Autoridad Única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas, la misma que se coordinará con los diferentes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia.

Se entiende por cuenca hidrográfica la unidad territorial delimitada por la línea divisoria de sus aguas que drenan superficialmente hacia un cauce común, incluyen en este espacio poblaciones, infraestructura, áreas de conservación, protección y zonas productivas.

Cuando los límites de las aguas subterráneas no coinciden con la línea divisoria de aguas superficiales, dicha delimitación incluirá la proyección de las aguas de recarga subterráneas que fluyen hacia la cuenca delimitada superficialmente.

La Autoridad Única del Agua aprobará la delimitación concreta de las cuencas hidrográficas y su posible agrupación a efectos de planificación y gestión así como la atribución de las aguas subterráneas a la cuenca que corresponda.

La gestión integrada e integral de los recursos hídricos será eje transversal del sistema nacional descentralizado de planificación participativa para el desarrollo.

**Artículo 9.- Garantía de los derechos y políticas públicas.** El Estado asignará de manera equitativa y solidaria el presupuesto público para la ejecución de políticas y prestación de servicios públicos de conformidad con la Ley.

## **TÍTULO II RECURSOS HÍDRICOS**

### **CAPÍTULO I**

#### **DEFINICIÓN, INFRAESTRUCTURA Y CLASIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**

**Artículo 10.- Dominio hídrico público.** El dominio hídrico público está constituido por los siguientes elementos naturales:

- a) Los ríos, lagos, lagunas, humedales, nevados, glaciares y caídas naturales;
- b) El agua subterránea;
- c) Los acuíferos a los efectos de protección y disposición de los recursos hídricos;

- d) Las fuentes de agua, entendiéndose por tales las nacientes de los ríos y de sus afluentes, manantial o naciente natural en el que brota a la superficie el agua subterránea o aquella que se recoge en su inicio de la escorrentía;
- e) Los álveos o cauces naturales de una corriente continua o discontinua que son los terrenos cubiertos por las aguas en las máximas crecidas ordinarias;
- f) Los lechos y subsuelos de los ríos, lagos, lagunas y embalses superficiales en cauces naturales;
- g) Las riberas que son las fajas naturales de los cauces situadas por encima del nivel de aguas bajas;
- h) La conformación geomorfológica de las cuencas hidrográficas, y de sus desembocaduras;
- i) Los humedales marinos costeros y aguas costeras; y,
- j) Las aguas procedentes de la desalinización de agua de mar.

Las obras o infraestructura hidráulica de titularidad pública y sus zonas de protección hidráulica se consideran parte integrante del dominio hídrico público.

**Artículo 11.- Infraestructura hidráulica.** Se consideran obras o infraestructura hidráulica las destinadas a la Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen. No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

Captación, extracción, almacenamiento, regulación, conducción, control y aprovechamiento de las aguas así como al saneamiento, depuración, tratamiento y reutilización de las aguas aprovechadas y las que tengan como objeto la recarga artificial de acuíferos, la actuación sobre cauces, corrección del régimen de corrientes, protección frente a avenidas o crecientes, tales como presas, embalses, canales, conducciones, depósitos de abastecimiento a poblaciones, alcantarillado, colectores de aguas pluviales y residuales, instalaciones de saneamiento, depuración y tratamiento, estaciones de aforo, piezómetros, redes de control de calidad así como todas las obras y equipamientos necesarios para la protección del dominio hídrico público.

Las obras o infraestructura hidráulica podrán ser de titularidad pública, privada o comunitaria, según quien las haya construido y financiado, aunque su uso es de interés público y se rigen por esta Ley.

En caso de estado de excepción o declaratoria de emergencia, en el cual el Estado requiera del agua para garantizar su provisión, a la población afectada, la administración, mantenimiento y uso de toda infraestructura hidráulica podrá ser realizada por el Estado, con independencia de su titularidad.

**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 así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado así como de la protección y conservación de dichas fuentes, de conformidad con las normas de la presente Ley y las normas técnicas que dicte la Autoridad Única del Agua, en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional y las prácticas ancestrales.

El Estado en sus diferentes niveles de gobierno destinará los fondos necesarios y la asistencia técnica para garantizar la protección y conservación de las fuentes de agua y sus áreas de influencia.

En caso de no existir usuarios conocidos de una fuente, su protección y conservación la asumirá la Autoridad Única del Agua en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados en cuya jurisdicción se encuentren, siempre que sea fuera de un área natural protegida.

El uso del predio en que se encuentra una fuente de agua queda afectado en la parte que sea necesaria para la conservación de la misma. A esos efectos, la Autoridad.

Única del Agua deberá proceder a la delimitación de las fuentes de agua y reglamentariamente se establecerá el alcance y límites de tal afectación.

Los propietarios de los predios en los que se encuentren fuentes de agua y los usuarios del agua estarán obligados a cumplir las regulaciones y disposiciones técnicas que en cumplimiento de la normativa legal y reglamentaria establezca la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional para la conservación y protección del agua en la fuente.

**Artículo 13.- Formas de conservación y de protección de fuentes de agua.**

Constituyen formas de conservación y protección de fuentes de agua: las servidumbres de uso público, zonas de protección hídrica y las zonas de restricción.

Los terrenos que lindan con los cauces públicos están sujetos en toda su extensión longitudinal a una zona de servidumbre para uso público, que se regulará de conformidad con el Reglamento y la Ley.

Para la protección de las aguas que circulan por los cauces y de los ecosistemas asociados, se establece una zona de protección hídrica. Cualquier aprovechamiento que se pretenda desarrollar a una distancia del cauce, que se definirá reglamentariamente, deberá ser objeto de autorización por la Autoridad Única del Agua, sin perjuicio de otras autorizaciones que procedan.

Las mismas servidumbres de uso público y zonas de protección hídrica existirán en los embalses superficiales.

En los acuíferos se delimitarán zonas de restricción en las que se condicionarán las actividades que puedan realizarse en ellas en la forma y con los efectos establecidos en el Reglamento a esta Ley.

**Artículo 14.- Cambio de uso del suelo.** El Estado regulará las actividades que puedan afectar la cantidad y calidad del agua, el equilibrio de los ecosistemas en las áreas de protección hídrica que abastecen los sistemas de agua para consumo humano y riego; con base en estudios de impacto ambiental que aseguren la mínima afectación y la restauración de los mencionados ecosistemas.

## **CAPITULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se explica los métodos y materiales que fueron utilizados para el levantamiento de información y desarrollo de la investigación sobre la calidad del agua durante la elaboración de la presente tesis los cuales se detallan seguidamente.

#### **3.1. Descripción del Área de Estudio**

El área de estudio de la micro cuenca del río San Joaquín comprende desde la cota de 1800 msnm que se encuentra en la Parroquia 6 de Julio Cuellaje hasta la cota 3200msnm que comprende hasta la Cordillera de Toisán. Se encuentra ubicada en el Cantón Cotacachi, Provincia de Imbabura, aproximadamente a 70 Km de la ciudad de Cotacachi con coordenadas en X 0775633, Y 10044517; a una altitud de 1854 msnm. Es una zona ganadera con extensiones de diversos cultivos como yuca, tomate de árbol, frejol, café y otros. Presenta una temperatura de 16 a 20°C y una precipitación de 1500 a 1800 mm.

#### **3.2. Materiales y Equipos**

Los materiales y equipos que se utilizaron durante la investigación se detallan seguidamente.

##### **3.2.1. Fase de campo.**

Para el trabajo de campo se utilizó los materiales que se describen claramente en la tabla 3.1



**Tabla 3.1.** Materiales y equipos para la fase de campo

---

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<b>1</b>	Cámara digital
<b>2</b>	GPS (Sistema de posicionamiento Terrestre)
<b>3</b>	Marcadores
<b>4</b>	Flexómetro
<b>5</b>	Red de Surber
<b>6</b>	Red de patada
<b>7</b>	Maskin
<b>8</b>	Libreta de apuntes
<b>9</b>	Frascos plásticos
<b>10</b>	Lupa
<b>11</b>	Fundas
<b>12</b>	Transeau
<b>13</b>	Botas de caucho

---

### **3.2.2. Fase de laboratorio.**

Los materiales que se utilizó en el laboratorio para la identificación de macro-invertebrados se describen claramente en la tabla 3.2

**Tabla 3.2.** Materiales y equipos para la fase de laboratorio.

---

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<b>1</b>	Esteroscopio
<b>2</b>	Microscopio
<b>3</b>	Pinzas
<b>4</b>	Gotero
<b>5</b>	Bandeja blanca
<b>6</b>	Cajas Petri
<b>7</b>	Porta objetos
<b>8</b>	Guantes quirúrgicos
<b>9</b>	Agujas de disección
<b>10</b>	Cámara digital

---

### **3.2.3. Fase de oficina.**

En la oficina se utilizó los materiales que se detallan claramente en la tabla 3.3

**Tabla 3.3** Materiales y equipos de oficina.

<b>MATERIALES Y EQUIPOS</b>	
<b>1</b>	Computadora
<b>2</b>	Hojas de papel bond tamaño A4
<b>3</b>	Impresora

### **3.3. Metodología**

La secuencia metodológica a seguir en esta investigación detalla la manera como se realizar los diferentes muestreos, los análisis que se van a emplear y la manera como se determina la calidad del agua de las vertientes que se están estudiando. También la manera como se realizó y lo que se empleó para interpretar la manera de cómo está estructurada el área de estudio con respecto a suelo, hidrología, clima, vegetación y los componentes sociales.

#### **3.3.1. Delimitación del área de estudio.**

Para determinar el área de estudio se realizó varios recorridos a la micro cuenca del Rio San Joaquín tomando en cuenta que para el estudio de macroinvertebrados acuáticos se debe realizar un análisis del lecho mediante revisión del hábitat y sus alrededores, observando que áreas están o no afectadas por presencia de actividades antropogénicas (Carrera y Fierro, 2001; Mafla, 2005). Estableciendo de esta manera cuatro quebradas que son la principal fuente de captación de agua, para establecer los puntos donde se colecto las muestras se tomó en cuenta el método de monitoreo de tipo intencional que trata de que lo sitios seleccionados son de acuerdo al criterio del investigador (Herrera et al. 2008), tomando en cuenta principalmente que los puntos establecidos se encuentren antes de los tanques de captación de agua ubicando un punto de muestreo en la parte alta, media y baja. Con estas consideraciones se procedió a tomar los puntos con el GPS, y con la ayuda de Sistemas de Información Geográfica se elaboró la delimitación del área de estudio y de la micro cuenca.

### **3.3.2. Diagnostico biofísico.**

El diagnostico biofísico consiste en el levantamiento de información de los aspectos físicos y biológicos del área de estudio.

#### **3.3.2.1. Clima.**

Para determinar el clima de la microcuenca del Río San Joaquín se realizó por medio de un mapa climático elaborado con la información digital disponible del Sistema Nacional de Información, en donde se determinó que la microcuenca posee tres tipos de clima, de igual manera la temperatura y precipitación media anual se determinó a través de la utilización de un mapa de isotermas e isoyetas.

#### **3.3.2.2. Hidrología.**

La hidrología que comprende la microcuenca del Río San Joaquín se determinó mediante la elaboración de un mapa de la red hídrica con la información digital disponible del Sistema Nacional de Información que comprende todos los afluentes que lo conforman y principalmente la ubicación y nacimiento de las quebradas en las cuales se está realizando la investigación

#### **3.3.2.3. Uso actual del suelo.**

Con la información digital disponible del Sistema Nacional de Información se elaboró un mapa del uso actual del suelo para conocer con exactitud las características en las que se encuentra al sitio donde se localizan las quebradas en estudio.

#### **3.3.2.4. Flora.**

Se realizó un inventario de flora para conocer la vegetación existente dentro del área de estudio, se realizó mediante la utilización de transectos lineales de 50 x 2 metros en los sitios de muestreo colectando muestras de hojas para su respectiva

identificación y conocer las especies más representativas que comprenden la microcuenca.

#### **3.3.2.5. *Fauna.***

Para conocer la fauna existen en la microcuenca se levantó un inventario de fauna mediante observación directa e indirecta con literatura especializada para su identificación, con entrevistas a los pobladores de la comunidad y parroquia con libros ilustrados de especies de acuerdo a la distribución en las zonas, obteniendo un listado de especies presentes en el área de estudio.

#### **3.3.2.6. *Avifauna***

La avifauna se estableció mediante observación directa en recorridos en horarios de la mañana 06H00 y tarde 18H00 por senderos y cultivos existentes dentro del área de estudio, también se lo realizó mediante la captura utilizando una red de neblina, así se conoció la avifauna que está presente en la microcuenca del Río San Joaquín.

#### **3.3.2.7. *Caudal.***

Para medir el caudal de las distintas vertientes se utilizó el método del flotador en la que se utiliza lo siguiente: flotador, cronómetro, flexómetro y metro. El procedimiento a seguir es: primero se ubica un lugar adecuado y uniforme sin piedras grandes, ni troncos de árboles, en el que el agua fluya libremente, sin turbulencias, ni impedimentos. Luego se ubica dos puntos A y B se mide la distancia que existe entre estos puntos. Una persona se ubica en el punto A con el flotador y otra en el punto B con el reloj o cronómetro. Se tomó el tiempo de recorrido del flotador del punto A al punto B.

Para determinar la velocidad se aplicó la siguiente fórmula tomando en cuenta que la velocidad de la corriente en la superficie no es igual a la velocidad de la corriente bajo el agua por lo que se consideró el factor de corrección constante de acuerdo a las características del cauce del río teniendo 0,9 para un cauce con el fondo arenoso.

*Velocidad = Distancia / tiempo.*

Se midió el ancho del río que presente las condiciones promedio y en la que se facilite la medición del área transversal, luego se procede a dividir el ancho del río en por lo menos, tres partes y medir la profundidad en cada punto para luego calcular el promedio, aplicando la fórmula:

**A = Ancho x Profundidad Promedio = hmxAr.**

Con los datos obtenidos se aplica la fórmula para obtener el caudal:

**Q (m<sup>3</sup>/s) = velocidad (m/s) Área (m<sup>2</sup>).**

### **3.3.3. Componentes en estudio.**

El componente estudiado es la microcuenca del Rio San Joaquín con cuatro quebradas principales las que son definitivas para el abastecimiento de agua a la comunidad de San Joaquín y a la Parroquia 6 de Julio de Cuellaje, teniendo de esta manera la Quebrada Negra, Quebrada Los Pumas, Quebrada San Alfonso y Quebrada San Silvestre; las quebradas restantes no se tomó en cuenta por motivo de donde se originan, debido a que se encuentran en la parte nororiental y su accesibilidad es demasiado complicada y la distancia para llevar el agua hasta la comunidad es muy alejado lo que implica un gasto económico muy alto, el resto de afluentes tiene su nacimiento en Ciénegas dentro de potreros donde la actividad ganadera y agrícola es más evidente.

Con el objetivo principal de determinar la calidad del agua se realizó un análisis biológico con macroinvertebrados acuáticos los mismos que se colecto en los puntos establecidos, con estos se obtendrá una serie de datos que al analizarlos mediante los índices ETP y BMWP-A nos permitirá conocer la calidad del agua de acuerdo a los rangos establecidos en esta metodología.

#### **3.3.4. Diagnostico socioeconómico.**

La información socioeconómica de la población que se encuentra dentro de la microcuenca se consiguió en la Junta parroquial que cuenta con una base de datos sobre demografía, y las principales actividades económicas a las que se dedican los habitantes de la comunidad de San Joaquín y de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje, misma que se complementó con la ayuda de información proporcionada de los datos del último censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC).

#### **3.3.5. Variables evaluadas.**

Con los datos obtenidos se evaluó las variables biológicas, obteniendo una información con datos la cual se empleó para determinar la calidad de agua.

#### **3.3.6. Variables biológicas.**

Con los datos que se obtuvo en la identificación de las especies encontradas se evaluó las variables siguientes:

- **Índice BMWPA Biological Monitoring Working Party de Antioquia.-** Determina la calidad del agua mediante el nivel taxonómico de familias de macroinvertebrados acuáticos asignándoles un rango de 1 a 10 de acuerdo a su sensibilidad.
- **Índice EPT Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera.-** Se lo realiza tomando en cuenta tres órdenes de macro-invertebrados que son indicadores biológicos de buena calidad de agua por ser los más sensibles a la contaminación.
- **Riqueza.-** Familias registradas en cada sitio de muestreo.

#### **3.3.7. Manejo específico de la investigación.**

Para el desarrollo de este trabajo y el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizó: el muestreo de macro-invertebrados, la identificación taxonómica,

evaluación de la calidad del agua de las cuatro quebradas de la microcuenca del Río San Joaquín, comparaciones entre los sitios de muestreo y posteriormente se estableció una propuesta de manejo participativo de la microcuenca.

### **3.3.8. Muestreo de macro-invertebrados en las quebradas establecidas.**

Se realizó un recorrido por los distintos afluentes de la microcuenca con el propósito de establecer los puntos de muestreo. En cada una de las quebradas se estableció tres puntos de muestreo tomando en cuenta el método de monitoreo de tipo intencional que trata de que los sitios seleccionados son de acuerdo al criterio del investigador (Herrera et al. 2008), por esta razón se consideró las actividades ganaderas que se desarrollan, estos puntos fueron ubicados antes de los tanques construidos para la captación de agua la cual es llevada por medio de tubos a la comunidad.

De esta manera se procederá a la colecta de macro-invertebrados en las cuatro quebradas establecidas, dos que benefician a la comunidad de San Joaquín y dos a la parroquia 6 de Julio Cuellaje

- **Quebrada negra.**- para determinar las condiciones del agua la cual es utilizada para los caseríos más alejados de la comunidad.
- **Quebrada de los Pumas,** es la vertiente principal de captación de agua de la comunidad de San Joaquín.
- **Quebrada San Alfonso.**- este afluente fue tomado en cuenta por tener un mayor caudal el cual abastece a toda la parroquia 6 de Julio Cuellaje.
- **Quebrada San Silvestre.**- porque su nacimiento es en las faldas donde se realiza actividad agropecuaria y ganadera en mínima escala, en época seca sirve también como una reserva para compensar el abastecimiento de agua a la parroquia.

### **3.3.9. Técnicas a utilizarse.**

En las cuatro quebradas donde sus características son aguas de poca corriente y su profundidad oscila entre 7 y 30 cm. se utilizó la red Surber, por medio de esta técnica de muestreo se obtuvo especímenes cualitativos para la respectiva investigación.

### **3.3.10. Toma de muestras.**

Se tomaron las muestras en tres lugares diferentes alto, medio y bajo en cada una de las quebradas, en cada sitio de muestreo se realizó dos puntos con un intervalo de 50 m. para de esta manera obtener una muestra representativa.

### **3.3.11. Frecuencia de muestreo.**

Las salidas de campo donde se realizó los diferentes muestreos se lo efectuó en época seca y lluviosa en los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero, con una frecuencia de muestreo que fue una vez en el mes durante cuatro meses en los cuales se colectó un número considerable de muestras para su respectivo estudio.

### **3.3.12. Recolección de muestras.**

En los afluentes de las distintas quebradas donde las corriente es más o menos torrenciosa y pequeñas rocas en el fondo y la movilidad es incomoda se utilizó la red Surber por su mayor disposición al ser manipulada. Para la colecta de macro-invertebrados en cada punto de muestreo se ingresó a la quebrada, una vez dentro se coloca en posición contra la corriente, con una mano se sostiene la red Surber y con la otra mano se va removiendo el fondo y hacia los lados de la vertiente con el fin de colmar toda la red de sedimentos que son arrastrados por la corriente.

Una vez que la red Surber estuvo lista se vació el contenido en un segmento de tela del mismo material que está elaborada la red con el propósito de expandir todo el sedimento encontrado para tener una mejor visibilidad de los macro-invertebrados, con la ayuda de una pinza y lupa se fue colectando uno a uno los especímenes los



cuales fueron colocados en frascos plástico de 180 ml los que contenían transeu, esto permite que las muestras se conserven en buen estado. Finalmente los frascos debidamente etiquetados fueron llevados al laboratorio para su respectivo estudio e identificación de los macro-invertebrados.

### **3.3.13. Identificación taxonómica de los macroinvertebrados.**

Una vez colectados los macro-invertebrados, ya en el laboratorio se realizó su identificación utilizando un estereoscopio, pinzas y una aguja de disección para la fácil manipulación, con la ayuda de claves dicotómicas, un libro ilustrado de macro-invertebrados se procedió a identificar uno a uno cada especie encontrada a los cuales se los clasifico por orden, familia y género.

### **3.3.14. Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio San Joaquín.**

Para realizar la evaluación de la calidad de agua de las cuatro quebradas en estudio se utilizó la siguiente metodología.

### **3.3.15. Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera, Plecóptera).**

Este método se lo realiza tomando en cuenta tres órdenes de macro-invertebrados que son indicadores biológicos de buena calidad de agua debido a que son más sensibles a la contaminación. El índice EPT se calcula sumando un punto por cada familia presente en la muestra perteneciente a los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera. (Carrera, C y Fierro, K 2001). La abundancia de macro-invertebrados presentes en el sitio de muestreo se determina de acuerdo al número total de individuos encontrados.

Para el cálculo del índice EPT se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Calidad De Agua} = \text{Ept Total} \div \text{Abundancia Total} \times 100$$

De esta manera se obtiene un resultado en porcentaje de la calidad de agua de acuerdo a este índice como se muestra claramente en la tabla 3.4

**Tabla 3.4** Índice de calidad de agua EPT

<b>EPT</b>	<b>CALIDAD</b>
<b>75 – 100 %</b>	Muy buena
<b>50 – 74 %</b>	Buena
<b>25 – 49 %</b>	Regular
<b>0 – 24 %</b>	Mala

### **3.3.16. Índice BMWP-A (Biological Monitoring Working Party de Antioquia)**

Este índice permite determinar la calidad de agua mediante el nivel taxonómico de las diferentes familias de macro-invertebrados acuáticos asignándole un puntaje donde el máximo que es 10 corresponde a las especies sensibles indicadoras de aguas limpias y un mínimo de 1 a las especies tolerantes indicadoras de mayor contaminación, el resto de especies oscila entre 9 y 2 de acuerdo al grado de tolerancia o sensibilidad que estos organismos presentan frente a la contaminación. (Zamora Muños y Alba – Tercedor, 1996)

Sumamos los índices de sensibilidad que corresponde a las diferentes familias encontradas, este resultado nos indica el nivel de calidad de agua en el que se encuentran las quebradas en estudio como se muestra claramente en la tabla 3.5

**Tabla 3.5** Índice de calidad de agua BMWP-A

<b>CLASE</b>	<b>CALIDAD</b>	<b>BMWP-A</b>	<b>SIGNIFICADO</b>
<b>I</b>	MUY BUENA	101 – 145 >	Aguas muy limpia, aguas no contaminadas poco alteradas
<b>II</b>	BUENA	61 – 100	Evidencia de efectos de contaminación
<b>III</b>	REGULAR	36 – 60	Aguas contaminadas
<b>IV</b>	MALA	16 – 35	Aguas muy contaminadas
<b>V</b>	MUY MALA	0 – 15	Aguas severamente contaminadas

### **3.3.17. Riqueza.**

Para determinar la riqueza se registrara durante el monitoreo mensual las familias de macro-invertebrados presentes en cada sitio de muestreo.

### **3.3.18. Propuesta de manejo participativo de la microcuenca.**

La metodología de investigación participativa consiste en el intercambio de información entre el técnico y la comunidad, esto con la finalidad de sacar provecho a la experiencia de la comunidad, procurando tomar en cuenta la misma para identificar los problemas y encontrar alternativas de solución (Vernooy, 1998).

Par arealizar la propuesta de manejo participativo de la microcuenca del Río San Joaquin se considero al matodologia de Planteamiento Andino Comunitario el cual Nace en los años 90, como una iniciativa de la Fundación de Desarrollo del Ecuador, postulando que los proyectos de desarrollo deberían ser producidos y manejados por los propios sectores sociales rurales o urbanos, definiendo la función de acompañantes para las entidades estatales, los organismos internacionales y las organizaciones no gubernamentales.

Esta metodología es resultado de validaciones y seguimientos de pequeños proyectos realizados por organizaciones populares de diversas regiones, etnias, coaliciones y género. La denominación "desarrollo de base" fue validada como una metodología probada de acción, de la cual era parte esta metodología.

El planeamiento andino comunitario, además de haber contribuido a la formulación participativa de planes de trabajo en diversos sectores organizados, ofrece un método de reflexión sistemática de los problemas y permite la posibilidad de llegar a consensos, a partir de los cuales las organizaciones pueden orientar sus acciones en un tiempo determinado.

La flexibilidad de esta metodología hace posible que se adapte a diversas realidades socioculturales, geográficas y ecológicas. Por ejemplo en Ecuador, además de haber sido aplicada en las diferentes condiciones de la región andina, es utilizada en regiones de bosque húmedo tropical y bosque seco. Aunque considera diversas fases, no necesariamente debe aplicarse todas ellas, sino de acuerdo con las condiciones de cada una de las realidades locales en las cuales se pretende poner en marcha los proyectos.

Esta metodología consta de seis fases que son:

Fase de pre - identificación

Fase de acercamiento

Fase de promoción

Fase de planificación

Fase del acuerdo de cogestión

Fase de sistematización de resultados

(Charles B. Kenny-Jordan, Carlos Herz, Mario Añazco y Miguel Andrade 1999)

Para determinar los principales problemas y en base a estos plantear los distintos programas de la propuesta de manejo se realizó una lluvia de ideas con los pobladores la cual consiste en generar ideas en un ambiente participativo enfocado en un solo objetivo que en este caso es el recurso hídrico, esta metodología tiene como propósito recoger todos los problemas que manifiesten, posteriormente se ordenaron y se seleccionaron las más relevantes para luego elaborar el árbol de problemas (Geilfus, 2009).

### **3.3.19. Difusión de resultados.**

Para la difusión del trabajo de investigación se realizó en coordinación con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje, una convocatoria a una asamblea general con todos los beneficiarios, en donde se expuso los resultados de la calidad del agua de las quebradas que abastecen a la comunidad y a la parroquia.

## CAPITULO IV

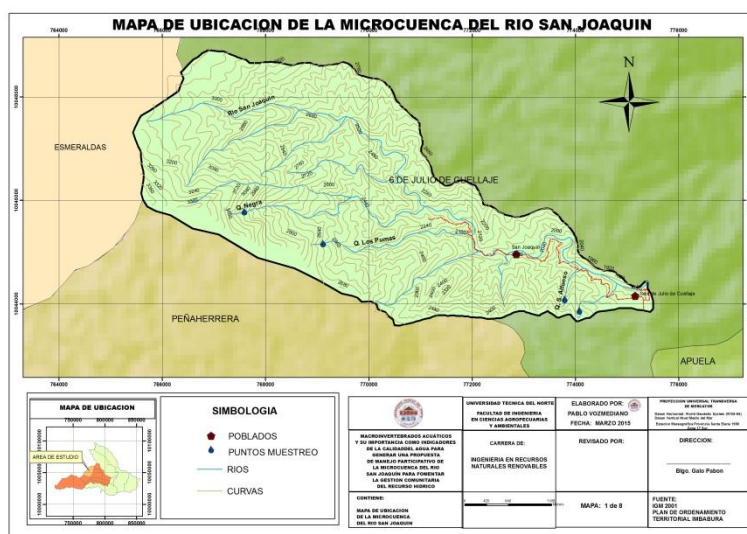
### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Diagnostico Biofísico

En el diagnostico biofísico tiene datos que fueron recopilados durante el transcurso de la investigación donde de muestra las características esenciales de la microcuenca para tener una visión clara y de manera conjunta sobre su entorno y los elementos que se encuentran dentro de los componentes bióticos, abióticos que se interrelacionan en el medio ambiente.

##### 4.1.1. Ubicación geográfica.

La microcuenca del Rio San Joaquín se encuentra localizada en la parte noroeste de la sierra ecuatoriana. Políticamente se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi, parroquia 6 de Julio Cuellaje. La microcuenca perteneciente a la parroquia 6 de Julio Cuellaje tiene como límites al norte con la comunidad de Piñan, al sur con la parroquia Peñaherrera, al este con la parroquia Apuela e Imantag y al oeste con la provincia de Esmeraldas como se muestra claramente en el grafico 4.1



**Grafico 4.1** Ubicación de la microcuenca de Rio San Joaquín

#### **4.1.2. Clima.**

Gracias a los mapas elaborados a partir de la información cartográfica del IGM 2002, se determinó que la microcuenca del Río San Joaquín consta de tres tipos de clima según la (clasificación de Pourrut, 1983) que corresponden a Sub tropical Mesotérmico húmedo, Ecuatorial Mesotérmico húmedo y Ecuatorial Mesotérmico muy húmedo, como se puede observar claramente en el anexo 2.

##### ***4.1.2.1. Sub tropical meso térmico húmedo.***

Este tipo de clima se encuentra entre los 1800 a 2200 m.s.n.m. con una temperatura que oscila entre 16 a 18°C, y una precipitación que va de 1500 a 1800 mm. comprende un área de 1,48 Km<sup>2</sup>, dentro del clima sub tropical Mesotérmico húmedo se encuentra el centro poblado de la parroquia 6 de Julio Cuellaje, el cual proporciona condiciones adecuadas para el desarrollo y producción de cultivos y frutas tropicales como son naranja, plátano, papaya, yuca y café.

##### ***4.1.2.2. Ecuatorial meso térmico húmedo.***

Este tipo de clima se encuentra entre los 2200 a 2480 m.s.n.m. con un área de 7,1Km<sup>2</sup> con una precipitación de 1750 a 2000 mm dentro de este tipo de clima se encuentra la comunidad de San Joaquina si como las quebradas San Alfonso y San Silvestre, también se desarrollan cultivos de Tomate de Árbol, frejol, granadilla, yuca, aguacate y café.

##### ***4.1.2.3. Ecuatorial meso térmico muy húmedo.***

Este tipo de clima se encuentra entre los 2480 a 3320 m.s.n.m. con un área de 19,2 Km<sup>2</sup> y una precipitación de 1500 a 4000 mm, dentro de este tipo de climas se encuentran las quebradas Negra y De los Pumas, de igual manera cuenta con bosque natural, pastizales y cultivos de ciclo corto como papas.

### **4.1.3. Precipitación.**

Por medio de Isoyetas que permiten el análisis de la distribución geográfica y conocer la precipitación en sitios donde no existe una estación de medición, se determinó que presentan igual precipitación durante el período considerado como se observa en el anexo 3.

Dentro del área de estudio cruzan seis isoyetas que presentan una precipitación que va de 1500 hasta 4000 mm. donde la quebrada Negra y quebrada de los Pumas se encuentran dentro de las isoyetas con mayor precipitación esto es importante para la conservación de los afluentes, los mismos que se utilizan para la ganadería y principalmente para el abastecimiento de agua de la comunidad de San Joaquín. Mientras que las quebradas San Alfonso y San Silvestre se encuentran dentro de las isoyetas con precipitaciones de 1750 a 2000 mm y son las que benefician del líquido vital a la parroquia 6 de Julio Cuellaje.

#### **4.1.3.1. Temperatura.**

Se obtuvo por medio de Isotermas las cuales son líneas que unen puntos, que tienen igual temperatura, nos permite hacer un análisis de la distribución de la temperatura sobre la superficie terrestre. (Estrada, 1996). Las isotermas dividen a la microcuenca en dos partes una parte occidental con temperaturas entre 18° y 20°C y otra oriental con temperaturas de 16° a 18°C, como se puede apreciar en el anexo 4.

### **4.1.4. Hidrología.**

El crecimiento de la población, su economía, la falta de cultura sobre el aprovechamiento del recurso hídrico y la conservación de los recursos naturales han ocasionado la escases del líquido vital, lo que conlleva a conflictos entre pobladores afectando de esta manera a su desarrollo, opacando los planes de conservación y aprovechamiento de este recurso

#### **4.1.5. Sistema Hidrográfico de la comunidad y parroquia.**

El sistema hidrográfico de la microcuenca de río san Joaquín tiene su nacimiento en el bosque 100% natural de 136,2 ha en la cordillera de Toisán con el Río principal San Joaquín a 3200 m.s.n.m, este río cruza por áreas de 216 ha de pasto cultivado hasta unirse con la primera quebrada a una altura de 2600 m.s.n.m. aproximadamente donde empiezan los cultivos de ciclo corto beneficiando de esta manera al sector agrícola del Noroeste de la comunidad.

Un afluente del Río San Joaquín es la quebrada de los Pumas que se origina a 2700 msnm en un área de 770,3 ha de 70% de bosque natural y 30 % de pastos cultivados, actualmente es la quebrada que abastece de agua a la mayor parte de la comunidad de San Joaquín. Es llevada por medio de tubos desde el tanque principal donde se recoge el agua hasta un tanque de distribución en la parte alta de la comunidad.

Otro río principal es el Río Negro que nace a una altura de 3000 msnm dentro del bosque secundario donde existe actividad ganadera en escala mínima, la misma que se beneficia de dicho río y finalmente éste se une al Río San Joaquín a una altura de 2200msnm. La quebrada Negra nace aproximadamente a 3100msnm dentro de un pequeño bosque sin intervención antrópica, la cual es una de las principales quebradas que van a beneficiar con el abastecimiento de agua a la comunidad, dicha quebrada es un afluente del Río Negro.

En la parte suroccidental de la microcuenca dentro de un área de 6453,3 ha comprendidas del 70% de pastos cultivados y 30% de cultivos de ciclo corto nacen dos vertientes, una es la quebrada San Alfonso a una altura de 2100 msnm es la de mayor captación de agua por lo que es la principal en el abastecimiento del líquido vital a la parroquia 6 de Julio Cuellaje, también se benefician algunos caseríos que se encuentran cerca de donde pasa la tubería de agua la misma que lleva hacia el tanque de distribución de la parroquia. Finalmente la quebrada San Silvestre se origina en una Ciénega dentro del bosque en proceso de regeneración llamado reserva hídrica aproximadamente a 2000msnm su captación se lo utiliza para compensar el abastecimiento de agua a la parroquia en épocas de escases.



En el anexo 5 se puede observar claramente la red hídrica que comprende la micro cuenca del Río San Joaquín.

#### **4.1.6. Uso actual del suelo.**

Dentro del área de estudio de la microcuenca de Río San Joaquín se evidencian seis usos de suelo distribuidos de la siguiente manera;

6454,3 ha compuestas del 70% de Bosque natural y 30% de cultivos de ciclo corto.

2016,8 ha compuesta del 70% de Bosque natural y 30% de pastos cultivados.

1477,7 ha compuesta del 50% de Bosque natural y 50% de pastos cultivados.

1887,6 ha compuestas del 100% de cultivos de ciclo corto

91,5 ha compuestas del 100% de Bosque natural

Dentro de los cultivos de ciclo corto se encuentra el frejol como una de las principales actividades económicas seguida de la producción de maíz que realizan los pobladores que habitan dentro de la microcuenca, dentro de sus actividades agrícolas también se encuentra la producción de tomate de árbol, granadilla y café.

A lo largo de la microcuenca se puede observar como es el avance de la frontera agrícola y ganadera donde es evidente una gran extensión de pastos cultivados debido a las actividades ganaderas que se desarrollan en algunos casos como la principal fuente de ingreso económico, en el anexo 6 se puede observar la distribución del uso actual del suelo.

#### **4.1.7. Flora.**

El manejo de la biodiversidad en la parroquia 6 de julio Cuellaje donde se encuentra la microcuenca en estudio presenta problemas que van desde la disminución drástica de las especies hasta la extinción de algunas de ellas, debido a la práctica exhaustiva de algunas actividades como son la agricultura y ganadería.

Algunas especies encontradas son características de la región, las especies más representativas del área de estudio se detallan claramente en la tabla 4.1

**Tabla 4.1** Registro de flora presente en el área de estudio

FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN
Bignoniaceae	<i>Tabebuia guayacan</i>	Guayacan
Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higueron
Fagaceae	<i>Quercus virginiana</i>	Roble
Rubiaceae	<i>Landerbergia magnifolia</i>	Cascarillo
Araceae	<i>Xanthosoma daguense</i>	Camacho
Clusiaceae	<i>Clusia vaginata</i>	Guandera
Gesneriaceae	<i>Columnea ericae</i>	Punta de lanza
Caricaceae	<i>Jacaratia digitata</i>	Pino de monte
Lauraceae	<i>Persea caerulea</i>	Aguacatillo
Solanaceae	<i>Solanum pimpinellifolium,</i>	Tomate silvestre
Solanaceae	<i>Cerecopia peltata</i>	Guarumo
Solanaceae	<i>Capsicum chinense</i>	Rocotillo
Mirtáceae	<i>Myrceugenella apiculata</i>	Arrayan
Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i>	Tura
Actinidaceae	<i>Sauravia bullata</i>	Moco
Melastomataceae	<i>Backea sp.</i>	Rayo
Melastomataceae	<i>Tibouchina lepidota</i>	Flor de Mayo
Mimosaceae	<i>Inga sp.</i>	Guabo silvestre
Moraceae	<i>Ficus insípida</i>	Lecherillo
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera
Pteridaceae	<i>Doryopteri sp.</i>	Helecho
Woodsiaceae	<i>Hemidictyum sp.</i>	Helecho
Tectariaceae	<i>Tectaria sp.</i>	Helecho
Aspleniaceae	<i>Asplenium sp.</i>	Helecho
Pterideceae	<i>Pteris sp.</i>	Helecho
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium</i>	Helecho
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum sp.</i>	Helecho
Polypodiaceae	<i>Polypodium vulgare</i>	Helecho

Dryopteridaceae	<i>Polystichum sp.</i>	Helecho
Anacardiaceae	<i>Toxicodendron striatum</i>	Caracha
Araceae	<i>Xanthosoma daguense</i>	Camacho
Asteraceae	<i>Sphilantes mutisii</i>	Botoncillo
Euphorbiaceae	<i>Croton lechlerii</i>	Sangre de drago
Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro
Asteraceae	<i>Sonchus asper</i>	Chacha-serraja
Asteraceae	<i>Taraxacum officinalis</i>	Taraxaco
Cannaceae	<i>Canna glauca</i>	Achira
Fab-Mimosoideae	<i>Mimosa quitensis</i>	Uña de gato
Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Escubillo
Rosaceae	<i>Rubus niveus</i>	Mora frambuesa
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero
Rosaceae	<i>Eriobotrya japónica</i>	Níspero
Clusiaceae	<i>Clusia elliptica</i>	Duco
Solanaceae	<i>Solanum asperolanatum</i>	Cujacu
Asteraceae	<i>Gnaphalium elegans</i>	Santa maria
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i>	Moco
Compositae	<i>Baccharis latifolia</i>	Chilca
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris sp</i>	Helecho
Polypodiidae	<i>Polytaenium sp.</i>	Helecho
Urticaceae	<i>Bohemeria fallax</i>	
Arecaceae	<i>Geonoma macrostachys</i>	Palma
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium sp.</i>	Helecho
Cyateáceas	<i>Cyathea caracasana</i>	Palma boba
Chlorantaceae	<i>Hedyosmum racemosum</i>	Guayusa de monte
Annonaceae	<i>Anaxagorea brachycarpa</i>	
Dryopteridaceae	<i>Dryopteris sp.</i>	Helecho
Lamiaceae	<i>Lepechinia bullata</i>	Savia
Commelinaceae	<i>Commelina erecta</i>	Flor de Santa Lucía
Fabaceae	<i>Inga edulis</i>	Guabo
Tectariaceae	<i>Tectaria</i>	Helecho

Pteridaceae	<i>Adiantum poiretii</i>	Helecho
<i>Dryopteridaceae</i>	<i>Elaphoglossum muscosum</i>	Helecho
Pteridaceae	<i>Astrolepis sp.</i>	Helecho
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i>	Helecho
Blechnaceae	<i>Blechnum appendiculatum</i>	Helecho
Gleicheniaceae	<i>Sticherus revolutus</i>	Helecho
Aspleniaceae	<i>Asplenium aethiopicum</i>	Helecho
Arecaceae	<i>Desmoncus mitis</i>	Palma trepadora
Malvaceae	<i>Tilia officinarum</i>	
Rosaceae	<i>Rubus glaucus</i>	Mora
Urticaceae	<i>Urtica dioica</i>	Ortiga
Cannaceae	<i>Achira alata</i>	Achira
Asteraceae	<i>Diplostegium glandulosum</i>	
Verbenaceae	<i>Verbena mentifolia</i>	Verbena
	<i>Lupinus microfolia</i>	

Como se puede observar el tipo de flora es característico de la región sub tropical de acuerdo a algunas especies que se encontró se puede decir que tiene una similitud con la flora que se distribuye a lo largo de la parroquia de Lita, de igual manera se puede observar este tipo de vegetación en la cuenca de río Intag.

#### 4.1.8. Fauna.

La importancia de la fauna y avifauna en la dinámica del ecosistema de la microcuenca en estudio es enorme debido a que algunos actúan como dispersadores de semillas, otras especies son polinizadoras y todas son parte de las cadenas alimenticias en las que pueden ser presas o depredadores. Algunas de las especies reportan ser observadas por los moradores de la zona para lo cual se utilizó el libro de mamíferos del Ecuador y de acuerdo a las imágenes ser identificadas por los moradores, también algunas especies se pudo observar directamente, el listado de las especies identificadas se muestra claramente en la tabla 4.2

**Tabla 4.2** Registro de flora presente en el área de estudio

<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
Didelphidae	<i>Caluromis derbianus</i>	Raposa lanuda de occidente
Bradypodidae	<i>Choloepus hoffmanni</i>	Perezoso de 2 dedos de occidente
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Guanta de tierras bajas
Dasyopodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas
Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	Raposa de agua
Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo silvestre
Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja andina
Sciuridae	<i>Sciurus granatensis</i>	Ardilla de cola roja
Cricetidae	<i>Neusticomys monticolus</i>	Rata pescadora montana
Erethizontidae	<i>Coendou quichua</i>	Puerco espín quichua
Heteromyidae	<i>Mus musculus</i>	Raton domestico
Molossidae	<i>Molossus currentium</i>	Murciélago mastín de corrientes

#### 4.1.9. Avifauna.

Para el registro de aves presentes en el área de estudio se realizó por medio de captura utilizando una red de neblina y algunas por observación directa, las especies más representativas encontradas se detallan en la tabla 4.3

**Tabla 4.3** Registro de avifauna presente en el área de estudio

<b>FAMILIA</b>	<b>NOMBRE CIENTIFICO</b>	<b>NOMBRE COMUN</b>
Cathartidae	<i>Cathaetes aura</i>	Gallinazos
Tyrannidae	<i>Tyrannusmelan cholicus</i>	Benteveo real
Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Pajaro brujo
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrion
Hirundinidae	<i>Notiochelidon murina</i>	Golondrinas
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	Tórtolas
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibrís
Cardinalidae	<i>Pheucticus chrisogaster</i>	Birachuro
Cardinalidae	<i>Chlorothraupis olivácea</i>	Tangara Ojeralimon

Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Candelita pechinegra
Charadriidae	<i>Chrysuronia oenone</i>	Zafiro colidorado
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tórtola
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Quilico
Columbidae	<i>Columbina pacerinna</i>	Cuturpillita
Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava del monte

#### 4.1.10. Caudal.

El caudal que presentan las quebradas en estudio se lo realizo mediante el método del flotador cuyos resultados se puede observar en la tabla 4.4

**Tabla 4.4** Caudal de las quebradas en estudio

<b>QUEBRADA NEGRA</b>			
	<b>ANCHO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>OCTUBRE</b>	0,68	0,09	<b>0,02 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	0,69	0,11	<b>0,026 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>DICIEMBRE</b>	0,8	0,1	<b>0,046 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>ENERO</b>	0,78	0,21	<b>0,073 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>QUEBRADA LOS PUMAS</b>			
	<b>ANCHO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>OCTUBRE</b>	0,55	0,08	<b>0,009 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	0,55	0,09	<b>0,011 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>DICIEMBRE</b>	0,6	0,1	<b>0,014 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>ENERO</b>	0,57	0,13	<b>0,02 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>QUEBRADA SAN ALFONSO</b>			
	<b>ANCHO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>OCTUBRE</b>	0,71	0,1	<b>0,031 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	0,72	0,11	<b>0,036 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>DICIEMBRE</b>	0,7	0,1	<b>0,047 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>ENERO</b>	0,77	0,16	<b>0,075 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>QUEBRADA SAN SILVESTRE</b>			

	<b>ANCHO</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CAUDAL</b>
<b>OCTUBRE</b>	0,47	0,08	<b>0,009 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>NOVIEMBRE</b>	0,49	0,08	<b>0,011 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>DICIEMBRE</b>	0,5	0,1	<b>0,018 m<sup>3</sup>/sg</b>
<b>ENERO</b>	0,52	0,12	<b>0,026 m<sup>3</sup>/sg</b>

## **4.2. Diagnostico Socioeconómico**

Con el fin de conocer las condiciones de vida en las que se encuentra la población que se localiza dentro del área de estudio se realizó este diagnóstico que cuenta con datos sobre población y las principales actividades a las que se dedican los pobladores.

### **4.2.1. Población.**

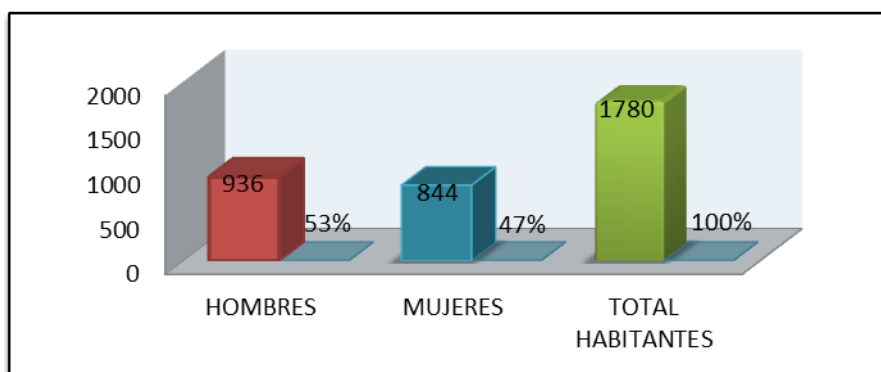
La población que se encuentra dentro del área de estudio los cuales son los principales beneficiarios directos del recurso hídrico como son los habitantes de la comunidad de San Joaquín y el centro poblado de la parroquia 6 de Julio Cuellaje consta de 1780 habitantes de tal manera que el mayor porcentaje presentan los hombres con el 53% y las mujeres con el 47% como se puede observar claramente en la tabla 4.4

**Tabla 1.5** Distribución de la población.

<b>POBLACIÓN</b>	<b>N° DE HABITANTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>HOMBRES</b>	936	53%
<b>MUJERES</b>	844	47%
<b>TOTAL HABITANTES</b>	<b>1780</b>	<b>100%</b>

Fuente: (SIISE, 2010)

De acuerdo a estos datos queda reflejado que el 53% de los habitantes de la parroquia 6 de Julio Cuellaje corresponde al género masculino mientras que el 47% corresponde al género femenino como se muestra en el grafico 4.8



**Gráfico 4.2** Porcentaje de la población masculino y femenino

#### 4.2.2. Población económicamente Activa (PEA).

Es la población que se la considera como la fuerza de trabajo en este grupo entran las personas que al mes o han trabajado una hora durante la semana (referencia) también se considera a las personas que por algún motivo personal o laboral no se encuentren trabajando pero si son empleados a este grupo se suman personas que se encuentran disponibles para trabajar pero se encuentran desocupadas. La información de la población económicamente activa para la parroquia Cuellaje (PEA), en función del tipo de ocupación, se muestra en la tabla 4.5.

**Tabla 4.6** Tipo de actividad para la PEA.

Qué hizo la semana pasada	Sexo		Total	Porcentaje%
	Hombre	Mujer		
Trabajó al menos una hora	181	75	256	16,05
No trabajó pero SI tiene trabajo	5	2	7	0,44
Al menos una hora fabricó algún producto o brindó algún servicio	7	4	11	0,69
Al menos una hora ayudó en algún negocio o trabajo de un familiar	8	11	19	1,19
Al menos una hora realizó labores agrícolas o cuidó animales	269	28	297	18,62
Es Cesante; Buscó trabajo habiendo trabajado antes y está disponible para trabajar	2	-	2	0,13
No Trabajó	357	646	1003	62,88
<b>Total</b>	<b>829</b>	<b>766</b>	<b>1595</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Censo INEC, 2010 Elaboración:



Los datos resumen de la población económicamente activa (PEA) por sexo, se muestran en la tabla 4.6

**Tabla 4.7** Población Económicamente Activa

<b>Población Económicamente Activa</b>		
<b>Sexo</b>	<b>Casos</b>	<b>%</b>
Hombre	829	52%
Mujer	766	48%
<b>Total</b>	<b>1.595</b>	<b>100%</b>

Fuente: Censo INEC, 2010

#### **4.2.3. Descripción de la población ocupada según la Rama de actividad, Grupo de Ocupación y Categoría de Ocupación.**

La información obtenida del Censo 2010, permite identificar el nivel de participación, el nivel de aptitud y la actitud de la población de la parroquia en los diferentes ámbitos que forman parte del sector productivo como se muestra en la tabla 4.7.

**Tabla 4.8** Rama de actividad en la que participa la población parroquial

<b>Rama de actividad (Primer nivel)</b>	<b>Sexo</b>		<b>Porcentaje</b>	
	<b>Hombre</b>	<b>Mujer</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	392	30	422	70,33
Explotación de minas y canteras	1	-	1	0,17
Industrias manufactureras	10	3	13	2,17
Construcción	3	-	3	0,50
Comercio al por mayor y menor	21	14	35	5,83
Transporte y almacenamiento	7	-	7	1,17
Actividades de alojamiento y servicio de comidas	2	-	2	0,33
Actividades financieras y de seguros	1	2	3	0,50
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	3	1	4	0,67
Administración pública y defensa	7	3	10	1,67

Enseñanza	3	14	17	2,83
Actividades de la atención de la salud humana	-	4	4	0,67
Otras actividades de servicios	1	1	2	0,33
Actividades de los hogares como empleadores	2	13	15	2,50
No declarado	19	35	54	9,00
Trabajador nuevo	8	-	8	1,33
<b>Total</b>	<b>480</b>	<b>120</b>	<b>600</b>	<b>100,00</b>

Fuente: Censo INEC, 2010

Es muy representativo el porcentaje (70,33%) de hombres y mujeres que se dedican a la agricultura, como actividad del sector primario, compuesto la mayoría por hombres, es decir que este cuadro nos demuestra que la población de la parroquia Cuellaje se dedica netamente a la Agricultura y ganadería.

#### 4.3. Descripción de los Puntos de Muestreo

Los sitios de muestreo fueron elegidos de acuerdo a la metodología de monitoreo de tipo intencional que trata de que lo sitios seleccionados son de acuerdo al criterio del investigador (Herrera et al. 2008), de esta manera se tomó en cuenta la necesidad de evaluar la calidad del agua de las cuatro quebradas que son las que benefician del líquido vital a la comunidad de San Joaquín y la Parroquia 6 de Julio Cuellaje, considerando de esta manera los siguientes puntos de muestreo: Quebrada Negra (alta, media y baja), Quebrada de los Pumas (alta, media y baja ), Quebrada San Alfonso (alta, media y baja ), Quebrada San Silvestre (alta, media y baja ) como se muestran reflejados en la tabla 4.5

**Tabla 4.9** Puntos de muestreo de las quebradas en estudio.

QUEBRADA	PUNTO DE MUESTREO	COORDENADA X	COORDENADA Y
Negra	Parte alta	767591	10045781
	Parte media	768532	10045778
	Parte baja	769466	10045930

<b>De los Pumas</b>	Parte alta	769045	10045151
	Parte media	769709	10044976
	Parte baja	770115	10045078
<b>San Alfonso</b>	Parte alta	773793	10044025
	Parte media	773832	10044288
	Parte baja	773843	10044328
<b>San Silvestre</b>	Parte alta	774076	10043821
	Parte media	774086	10043994
	Parte baja	774391	10044034

#### **4.3.1. Quebrada Negra.**

El área de estudio de la Quebrada Negra se encuentra ubicada al noroeste de la microcuenca a una altura de 3100 m.s.n.m. con una longitud de 2,88 km en los que se realizó transectos en la parte alta, media y baja estableciendo puntos de muestreo a lo largo de la quebrada en estudio con coordenadas planas en la Zona 17 Sur. La vegetación alrededor del nacimiento de la fuente se encuentra conservada sin intervención antrópica.

El principal problema que existe en el área cercana a la fuente es la afectación de la actividad ganadera existen cultivos de pasto principalmente, la fuente cuenta con protección de plantas propias de la zona como es la caña guadua. La fuente no tiene un sistema de distribución con este proyecto de tesis se está buscando conocer el estado de la calidad del agua con el fin de abastecer a la comunidad de San Joaquín, esta comunidad cuenta con un promedio de 46 familias constituidas con 6 miembros promedio.

#### **4.3.2. Quebrada de Los Pumas.**

La quebrada de los pumas se encuentra ubicada al noroeste de la microcuenca a una altura de 2700 m.s.n.m. con una extensión de 3,4 km en los que se realizó transectos en la parte alta, media y baja estableciendo puntos de muestreo a lo largo de la quebrada en estudio con coordenadas planas en la Zona 17 Sur. Si hay intervención

en el área cercana a la fuente pero también existe protección con cercas vivas y protección con vegetación propia, esta vertiente abastece a la comunidad de San Joaquín, 30 familias aproximadamente, tiene un sistema de captación y distribución que no cuenta con un proceso de cloración.

#### **4.3.3. Quebrada San Alfonso.**

La quebrada San Alfonso se encuentra ubicada al suroeste de la microcuenca a una altura de 2100 m.s.n.m. con una extensión de 0,91 km en los que se realizó transectos en la parte alta, media y baja estableciendo puntos de muestreo a lo largo de la quebrada en estudio con coordenadas planas en la zona 17 Sur. Existe intervención antrópica con actividades agrícolas como cultivos de tomate de árbol, frejol, maíz, granadilla utilizando productos químicos para su producción. Estos productos se percolan en el subsuelo afectando la calidad del agua que abastece al centro poblado de la parroquia Cuellaje donde se benefician 56 familias.

#### **4.3.4. Quebrada San Silvestre.**

La quebrada san Silvestre se encuentra ubicada en la parte suroccidental de la microcuenca a una altura de 2000 m.s.n.m. con una longitud de 1,23 km. En los que se realizó transectos en la parte alta, media y baja estableciendo puntos de muestreo a lo largo de la quebrada en estudio con coordenadas planas en la zona 17 Sur. La vegetación alrededor de la vertiente se encuentra conservada debido a que existe una reserva hídrica, lo que ayuda a la protección de este recurso, ésta quebrada cuenta con un sistema captación para su distribución.

#### **4.4. Macro-Invertebrados Colectados en los Sitios de Muestreo**

Los macro-invertebrados proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo se puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra, algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir otros en cambio resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación. Por ejemplo, las moscas de piedra sólo viven en agua muy limpia y desaparecen cuando el agua está

contaminada, no sucede así con algunas larvas o gusanos de otras moscas que resisten la contaminación y abundan en agua sucia. (Carrera y Fierro, 2001.)

La recolecta de macro-invertebrados en la presente investigación se realizó en cuatro quebradas en tres diferentes sitios: alto, medio y bajo durante cuatro meses, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero: Quebrada Negra, Quebrada de los Pumas, Quebrada San Alfonso, Quebrada San Silvestre.

#### 4.4.1. Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Octubre.

Los macro-invertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada Negra se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.9). Donde podemos observar que la mayor parte de especies presentes es del orden Hemiptera con la familia Veliidae donde la especie *Microvelia sp* está presente con 97 individuos así como también el orden Plecoptera con la familia Perlidae donde se encontró a la especie *Anacroneuria* con un total de 63 individuos.

**Tabla 4.10** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Octubre

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	63
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	<i>Beatis sp.</i>	21
<b>Ephemeroptera</b>	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	27
<b>Ephemeroptera</b>	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	25
<b>Ephemeroptera</b>	Caenidae	<i>Caenis pusilla</i>	10
<b>Coleoptera</b>	Scirtidae	<i>Elodes sp</i>	1
<b>Coleoptera</b>	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	5
<b>Coleoptera</b>	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	3
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	97
<b>Hemiptera</b>	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	5
<b>Odonata</b>	Coenagrionidae	<i>Argia sp</i>	3
<b>Odonata</b>	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp</i>	4
<b>Odonata</b>	Gomphidae	<i>Onychogomphus</i>	3

<i>forcipatus</i>			
<b>Diptera</b>	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	2
<b>Diptera</b>	Psychodidae	<i>maruina sp</i>	4
<b>Diptera</b>	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	1
<b>Decapoda</b>	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	6
<b>Trichoptera</b>	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	9
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Grumichella</i>	3

#### 4.4.2. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de los Pumas en el mes de Octubre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada de los Pumas se detallan en un listado que se puede observar en el (Tabla 4.10). El orden Plecoptera que contiene a la familia Perlidae donde la especie *Anacroneuria* presentó un total de 123 individuos y el orden Hemiptera representado por la familia Veliidae se identificó a la especie *Microvelia sp* contabilizando un total de 120 individuos.

**Tabla 4.11** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de los Pumas en el mes de Octubre.

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>INDIVIDUOS</b>
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	123
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	24
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Dactylobaetis sp.</i>	6
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	24
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	5
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	5
Diptera	Psychodidae	<i>maruina sp</i>	4
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	2
Diptera	Tabanidae	<i>Chysops sp.</i>	3
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	19

Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Tetraglossa</i>	3
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>	3
Coleoptera	Psephenidae	<i>Psephenops sp.</i>	4
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus</i> <i>amargosus</i>	4
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	120
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura sp.</i>	3
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	24
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> <i>borealis</i>	7
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	3
Tricladida	Planariidae	<i>Turbellaria</i>	2

#### 4.4.3. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Octubre.

Los macroinvertebrados encontrado en los puntos de muestreo de la Quebrada San Alfonso se detalla en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.11). Como se puede observar el orden Plecoptera con la familia Perlidae donde está presente con mayor frecuencia la especie *Anacroneuria* contabilizando un total de 127 individuos, también el orden Hemiptera dentro del que se encuentra la familia Veliidae representado por la especie *Microvelia sp* con 82 individuos.

**Tabla 4.12** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Octubre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	127
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	40
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	12
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>	3
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	7
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	16
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	13

Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	3
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	82
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	5
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	7
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	10
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanotica sp</i>	2
Trichoptera	Xiphocentronidae	<i>Xiphocentron</i>	13
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	8

#### 4.4.4. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Octubre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Silvestre se detallan en un listado que se puede observar en la (Tabla 4.12). En la contabilización total de individuos se puede observar que el orden Plecoptera con la familia Perlidae y la especie *Anacroneuria* se encontró un total de 151 individuos así como también el orden Hemiptera familia Veliidae la especie *Microvelia sp* con 186 individuos.

**Tabla 4.13** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Octubre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	151
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	26
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	28
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	11
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	2
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	31
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	7



Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	186
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	28
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	9
Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	9
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	8
Tricladida	Planariidae	<i>Turbellaria</i>	2

#### 4.4.5. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Noviembre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada Negra se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.13). Como se puede observar predomina el orden Plecoptera, familia Perlidae con la especie *Anacroneuria* presente con 143 individuos, así también se registró el orden Hemiptera con la familia Veliidae contabilizando 90 individuos de la especie *Microvelia sp*.

**Tabla 4.14** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Noviembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	143
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Beatis sp.</i>	5
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis pusilla</i>	5
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	20
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	8
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	11
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	90
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	2
Diptera	Dolichopodidae	<i>Rhaphium sp</i>	2
Odonata	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp</i>	7
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	37
Coleoptera	Elmidae	<i>Berosus sp</i>	3

Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>	18
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	22
Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	0
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	19

#### 4.4.6. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Noviembre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada de los Pumas se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.14). En esta quebrada se encontró dos grupos predominantes como son el orden Plecoptera familia Perlidae con la especie *Anacroneuria* con un total de 153 individuos y el orden Hemiptera familia Veliidae con la especie *Microvelia sp* con 110 individuos.

**Tabla 4.15** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Noviembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	153
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	22
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	6
Diptera	Dolichopodidae	<i>Rhaphium sp</i>	2
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	6
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	2
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	110
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	8
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	20
Coleoptera	Elmidae	<i>Berosus sp</i>	7
Odonata	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2
Odonata	Coenagrionidae	<i>Argia sp</i>	4

Trichoptera	Glossosomatidae	<i>Mortoniella</i>	0
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	26
Trichoptera	Hydrobiosidae	<i>Atopsyche</i>	13
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Smicridea</i>	3

#### 4.4.7. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Noviembre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Alfonso se detallan en un listado que se puede observar claramente en el (Tabla 4.15). Se observa que existe dos grupos dominantes Plecoptera familia Perlidae con la especie *Anacroneuria* donde se contabilizó 112 individuos y el orden Hemiptera de la familia Veliidae se registró la especie *Microvelia sp* con 89 individuos.

**Tabla 4.16** Listado de macro-invertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Noviembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	112
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	3
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	39
Coleoptera	Dryopidae	<i>Elmoparnus sp.</i>	9
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	19
Diptera	Dolichopodidae	<i>Aphrosylus sp.</i>	13
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	4
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	2
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	7
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	89
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	6
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	15

#### 4.4.8. Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Noviembre.

Los macro-invertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Silvestre se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.16). Se encontró que el grupo predominante es del orden Plecoptera familia Perlidae con la especie Anacroneuria con 152 individuos.

**Tabla 4.12** Listado de macro-invertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Noviembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	152
<b>Coleoptera</b>	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	42
<b>Coleoptera</b>	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	5
<b>Ephemeroptera</b>	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	33
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	70
<b>Hemiptera</b>	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	11
<b>Decapoda</b>	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	35
<b>Diptera</b>	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	4
<b>Odonata</b>	Calopterygidae	<i>Hetaerina sp</i>	12
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	15
<b>Trichoptera</b>	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	11
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	20

#### 4.4.9. Muestreo de macro-invertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Diciembre.

Los macro-invertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada Negra se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.17). Los dos grupos con mayor número de individuos fueron el orden Plecoptera familia Perlidae con 116 individuos de la especie Anacroneuria, mientras que para el

segundo grupo del orden Hemiptera familia Veliidae se registraron de la especie *Microvelia* sp un total de 108 individuos.

**Tabla 4.13** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Diciembre.

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>INDIVIDUOS</b>
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	116
<b>Ephemeroptera</b>	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes</i> sp	23
<b>Decapoda</b>	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa</i> sp.	6
<b>Diptera</b>	Dolichopodidae	<i>Rhaphium</i> sp	3
<b>Diptera</b>	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	3
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	<i>Microvelia</i> sp	108
<b>Hemiptera</b>	Naucoridae	<i>Ambrysus</i> <i>amargosus</i>	8
<b>Coleoptera</b>	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	4
<b>Coleoptera</b>	Elmidae	<i>Macrelmis</i> sp.	16
<b>Odonata</b>	Gomphidae	<i>Agriogomphus</i> <i>jessei</i>	3
<b>Odonata</b>	Coenagrionidae	<i>Argia</i> sp	8
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Grumichella</i>	5
<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	<i>Atanatolica</i> sp	6
<b>Trichoptera</b>	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche</i> <i>borealis</i>	18

#### 4.4.10. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de los Pumas en el mes de Diciembre.

Los macro-invertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada de Los Pumas se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (Tabla 4.18). El grupo predominante con mayor número de individuos es el orden Plecoptera familia Perlidae con 127 individuos de la especie *Anacroneuria*, seguidamente del orden Hemiptera, familia Vellidae con la especie *Microvelia* sp con 88 individuos.

**Tabla 4.14** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Diciembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
<b>Plecoptera</b>	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	127
<b>Coleoptera</b>	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	2
<b>Ephemeroptera</b>	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	6
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	88
<b>Hemiptera</b>	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	6
<b>Decapoda</b>	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	4
<b>Diptera</b>	Dolichopodidae	<i>Rhaphium sp</i>	5
<b>Diptera</b>	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	3
<b>Diptera</b>	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	6
<b>Odonata</b>	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	2
<b>Trichoptera</b>	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	17
<b>Trichoptera</b>	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	41

#### 4.4.11. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Diciembre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Alfonso se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.19). El grupo predominante es del orden Plecoptera, familia Perlidae con la especie *Anacroneuria* con un total de 105 individuos.

**Tabla 4.20** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Diciembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	105
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	22
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	4
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	35
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	6
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	12
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	4
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	67
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	30
Diptera	Dolochopodidae		

#### 4.4.12. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Diciembre.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Silvestre se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.20). El orden Plecoptera de la familia Perlidae con 144 individuos de la especie *Anacroneuria* fue el grupo colectado con mayor presencia.

**Tabla 4.21** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Diciembre.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	144
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	20
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	6
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	26
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	33
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	4
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	1
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	69
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	36
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	15

#### 4.4.13. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada Negra en el mes de Enero.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada Negra se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.21). Los dos grupos más sobresalientes son el orden Hemiptera, familia Veliidae donde se encontró la especie *Microvelia sp* contabilizando un total de 106 individuos y el orden Plecoptera, familia Perlidae donde se colectó la especie *Anacroneuria* con un total de 94 individuos.

**Tabla 4.22** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada Negra en el mes de Enero.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	94
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Beatis sp.</i>	14
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	9
Coleoptera	Elmidae	<i>Macrelmis sp.</i>	5
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	6
Diptera	Dolichopodidae	<i>Rhaphium sp</i>	1
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	10
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	5
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	1
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	106
Odonata	Gomphidae	<i>Agriogomphus jessei</i>	3
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	15
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	19
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	6

#### 4.4.14. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Enero.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada de Los Pumas se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.22). El orden Plecoptera es predominante con la familia Perlidae con un total de 87 individuos de la especie *Anacroneuria* recolectados en el punto de muestreo. El grupo que le sigue es el orden Hemiptera, familia Veliidae con 59 individuos de la especie *Microvelia sp.*



**Tabla 4.23** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada de Los Pumas en el mes de Enero

<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>	<b>INDIVIDUOS</b>
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	87
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Beatis sp.</i>	4
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	30
Coleoptera	Elmidae	<i>Heterelmis sp.</i>	1
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	59
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	1
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	9
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	6
Diptera	Dolichopodidae	<i>Rhaphium sp</i>	1
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	3
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	4
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	5
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	13
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	2

#### **4.4.15. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Alfonso en el mes de Enero.**

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Alfonso se detallan en un listado que se puede observar claramente en el (tabla 4.23). El orden Plecoptera se encuentra mayormente con la familia Perlidae donde se identificó la especie *Anacroneuria* con 61 individuos, seguidamente el orden Hemiptera, familia vellidae, especie *Microvelia sp* con 28 individuos.

**Tabla 4.24** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Alfonso en el mes de Enero.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	61
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	10
Ephemeroptera	Oligoneuriidae	<i>Lachlania sp.</i>	16
Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Leptohyphes sp</i>	6
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	2
Coleoptera	Dryopidae	<i>Elmoparnus sp.</i>	3
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	27
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	18
Diptera	Dolichopodidae	<i>Aphrosylus sp.</i>	1
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	4
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	1
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	28
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	2
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Atanatolica sp</i>	3
Trichoptera	Odontoceridae	<i>Marilia</i>	4
Trichoptera	Helicopsychidae	<i>Helicopsyche borealis</i>	11

#### 4.4.16. Muestreo de macroinvertebrados en la Quebrada San Silvestre en el mes de Enero.

Los macroinvertebrados encontrados en los puntos de muestreo de la Quebrada San Silvestre se detallan en un listado que se puede observar claramente en la (tabla 4.24). En la recolección de este punto de muestreo se pudo identificar que el grupo con mayor presencia es el orden Plecoptera, familia Perlidae identificando a la especie *Anacroneuria* con 74 individuos, seguida del orden Decapoda, familia Pseudothelphusidae, especie *Pseudothelphusa sp* con 41 individuos.

**Tabla 4.25.** Listado de macroinvertebrados presentes en la Quebrada San Silvestre en el mes de Enero.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS
Plecoptera	Perlidae	<i>Anacroneuria</i>	74
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Thraulodes sp.</i>	11
Hemiptera	Veliidae	<i>Microvelia sp</i>	30
Coleoptera	Staphylinidae	<i>Rove beetle</i>	2
Decapoda	Pseudothelphusidae	<i>Pseudothelphusa sp.</i>	41
Hemiptera	Naucoridae	<i>Ambrysus amargosus</i>	1
Diptera	Tipulidae	<i>Hexatoma</i>	5
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Nectopsyche</i>	16
Diptera	Empididae	<i>Chelifera sp.</i>	2
Coleoptera	Ptilodactylidae	<i>Anchytarsus</i>	37
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Terpides sp.</i>	6

#### 4.4.17. Estructura de los macroinvertebrados encontrados en los sitios de estudio.

En las quebradas en estudio Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre se encontró un total de 5246 individuos que corresponden a 9 Órdenes, 31 Familias y 41 géneros como se muestra claramente en la tabla 4.25

**Tabla 4.26** Estructura de los macroinvertebrados encontrados en los sitios de estudio

ORDEN	FAMILIA	GENERO	N° INDIVIDUOS
Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes sp	258
	Caenidae	Caenis	15
	Oligoneuriidae	Lachlania sp.	16
	Leptophlebiidae	Thraulodes sp.	160
		Terpides sp.	6
Plecoptera	Perlidae	Anacroneuria	1832
Trichoptera	Helicopsychidae	Helicopsyche	220
	Glossosomatidae	Mortoniella	9

	Xiphocentronidae	Xiphocentron	13
	Hydrobiosidae	Atopsyche	37
	Odontoceridae	Marilia	37
	Hydropsychidae	Smicridea	3
		Nectopsyche	84
	Leptoceridae	Grumichella	8
		Atanatolica sp	108
Hemiptera	Veliidae	Microvelia sp	1399
	Naucoridae	Ambrysus sp	79
Decapoda	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusa sp.	256
	Calopterygidae	Hetaerina sp	23
Odonata	Coenagrionidae	Argia sp	15
		Ischnura sp.	3
	Ghomphidae	Onychogomphus	7
		Agriogomphus	6
	Tipulidae	Hexatoma	66
	Psychodidae	maruina sp	8
Diptera	Empididae	Chelifera sp.	27
	Tabanidae	Chysops sp.	3
		Rhaphium sp	14
	Dolichopodidae	Aphrosylus sp.	14
Tricladida	Planariidae	Turbellaria	4
	Scirtidae	Elodes sp	1
	Staphylinidae	Rove beetle	47
	Dryopidae	Elmoparnus sp.	12
	Psephenidae	Psephenops sp.	4
	Ptilodactylidae	Anchytarsus	343
Coleoptera		Tetraglossa	3
		Berosus sp	10
	Elmidae	Macrelmis sp.	45
		Heterelmis sp.	1
	Baetidae	Beatis sp.	44
		Dactylobaetis sp.	6
<b>9</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>5246</b>

De acuerdo a esta estructura de macroinvertebrados encontrados en las quebradas en estudio se encontró el mayor número de Géneros en la quebrada de Los Pumas con 30, quebrada Negra con 25, quebrada San Alfonso con 18 y la quebrada San Silvestre presento el menor número de géneros con 16 de 41 encontrados durante el estudio, en la tabla 4.26 se puede observar un resumen general de los grupos de macroinvertebrados encontrados durante el estudio.

**Tabla 4.27** Resumen general de los macroinvertebrados encontrados

<b>QUEBRADA</b>	<b>ORDEN</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>GENERO</b>	<b>INDIVIDUOS</b>
NEGRA	8	21	25	1307
LOS PUMAS	9	24	30	1304
SAN ALFONSO	7	18	18	1148
SAN SILVESTRE	8	14	16	1487
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>31</b>	<b>41</b>	<b>5246</b>

De acuerdo a esta información se detallan gráficamente los individuos encontrados durante el estudio y ordenados de acuerdo al índice de sensibilidad BMWP-A indicadores de buena calidad de agua y a los órdenes utilizados en el índice ETP como se indica en la tabla 4.27

**Tabla 4.28** Identificación grafica de los individuos encontrados durante el estudio



**Orden:** Plecoptera

**Familia:** Perlidae

**Género:** *Anacroneuria*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 10

**N° individuos:** 1832



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Odontoceridae

**Género:** *Marilia*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 10

**N° individuos:** 37



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Hydrobiosidae

**Género:** *Atopsyche*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 9

**N° individuos:** 37



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Xiphocentronidae

**Género:** *Xiphocentron*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 9

**N° individuos:** 13



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Helicopsychidae

**Género:** *Helicopsyche*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 220



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Glossosomatidae

**Género:** *Mortoniella*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 9



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Hydropsychidae

**Género:** *Smicridea*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 3

---



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Leptoceridae

**Género:** *Nectopsyche*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 84



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Leptoceridae

**Género:** *Atanatica sp.*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 108



**Orden:** Trichoptera

**Familia:** Leptoceridae

**Género:** *Grumichela*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 8



**Orden:** Ephemeroptera

**Familia:** Leptohiphidae

**Género:** *Leptohiphes sp.*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 258



**Orden:** Ephemeroptera

**Familia:** Caenidae

**Género:** *Caenis*

**Índice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 15

---



**Orden:** Ephemeroptera

**Familia:** Leptophlebiidae

**Género:** *Thraulodes* sp.

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 9

**N° individuos:** 160



**Orden:** Ephemeroptera

**Familia:** Leptophlebiidae

**Género:** *Terpedes* sp.

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 9

**N° individuos:** 6



**Orden:** Ephemeroptera

**Familia:** Oligoneuridae

**Género:** *Lachlania* sp.

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:**

**N° individuos:** 16



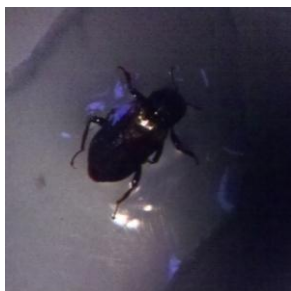
**Orden:** Hemiptera

**Familia:** Veliidae

**Género:** *Microvelia* sp.

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 1399



**Orden:** Hemiptera

**Familia:** Naucoridae

**Género:** *Ambrysus* sp.

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 79

---





**Orden:** Decapoda

**Familia:** Pseudothelphusidae

**Género:** *Pseudothelphusa sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 8

**N° individuos:** 256



**Orden:** Odonata

**Familia:** Calopterigidae

**Género:** *Hetaerina sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 23



**Orden:** Odonata

**Familia:** Coenagrionidae

**Género:** *Argia sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 15



**Orden:** Diptera

**Familia:** Tipulidae

**Género:** *Hexatoma*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 3

**N° individuos:** 66



**Orden:** Diptera

**Familia:** Psychodidae

**Género:** *Maruina sp*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 8

---



**Orden:** Diptera

**Familia:** Empididae

**Género:** *Chelifera sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 4

**N° individuos:** 27



**Orden:** Diptera

**Familia:** Dolichopodidae

**Género:** *Rhaphium sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 4

**N° individuos:** 14



**Orden:** Tricladida

**Familia:** Planariidae

**Género:** *Turbellaria*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 4



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Staphylinidae

**Género:** *Rove beetle*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 6

**N° individuos:** 47



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Ptilodactylidae

**Género:** *Anchytarsus*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:**

**N° individuos:** 343

---



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Ptilodactylidae

**Género:** *Tetraglossa*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:**

**N° individuos:** 3



**Orden:** Coleoptera

**Familia:** Baetidae

**Género:** *Beatis sp.*

**Indice de Sensibilidad BMWP-A:** 7

**N° individuos:** 44

---

#### **4.4.18. Abundancia de individuos por sitio de muestreo.**

Como se puede observar en la tabla 4.28 la Quebrada San Silvestre es la que más individuos presento en los cuatro meses de muestreo con un total de 1487, seguida de la Quebrada Negra con 1307 individuos similar a la de Los Pumas con 1304 y la que menos individuos presento fue la quebrada San Alfonso con 1148.

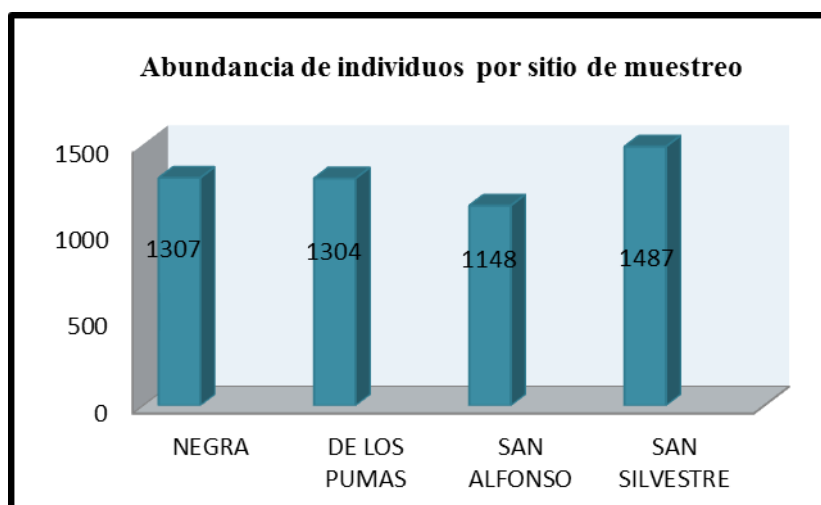
**Tabla 4.29** Abundancia de individuos por sitio de muestreo

FAMILIA	GENERO	QUEBRADA	QUEBRADA	QUEBRADA	QUEBRADA
		NEGRA	LOS PUMAS	SAN ALFONSO	SAN SILVESTRE
Leptohyphidae	Leptohyphes sp	77	82	18	81
Caenidae	Caenis	15	0	0	0
Oligoneuriidae	Lachlania sp.	0	0	16	0
Leptophlebiidae	Thraulodes sp.	27	24	72	37
	Terpides sp.	0	0	0	6
Perlidae	Anacroneuria	416	490	405	521
Helicopsychidae	Helicopsyche	58	61	66	35
Glossosomatidae	Mortoniella	0	0	0	9
Xiphocentronidae	Xiphocentron	0	0	13	0
Hydrobiosidae	Atopsyche	0	37	0	0
Odontoceridae	Marilia	0	25	12	0
Hydropsychidae	Smicridea	0	3	0	0
	Nectopsyche	15	2	0	67
	Grumichella	8	0	0	0
Leptoceridae	Atanatolica sp	43	26	11	28
	Microvelia sp	401	377	266	355
Veliidae	Microvelia sp	401	377	266	355
Naucoridae	Ambrysus	24	19	16	20

	amargosus				
Pseudothelphusidae	Pseudothelphusa sp	30	24	62	140
Calopterygidae	Hetaerina sp	11	0	0	12
Coenagrionidae	Argia sp	11	4	0	0
	Ischnura sp.	0	3	0	0
Ghomphidae	Onychogomphus	3	4	0	0
	Agriogomphus	6	0	0	0
Tipulidae	Hexatoma	12	20	19	15
Psychodidae	maruina sp	4	4	0	0
Empididae	Chelifera sp.	2	13	10	2
Tabanidae	Chysops sp.	0	3	0	0
Dolichopodidae	Rhaphium sp	6	8	0	0
	Aphrosylus sp.	0	0	14	0
Planariidae	Turbellaria	0	2	0	2
Scirtidae	Elodes sp	1	0	0	0
Staphylinidae	Rove beetle	5	2	16	24
Dryopidae	Elmoparnus sp.	0	0	12	0
Psephenidae	Psephenops sp.	0	4	0	0
Ptilodactylidae	Anchytarsus	50	43	117	133
	Tetraglossa	0	3	0	0

	Berosus sp	3	7	0	0
Elmidae	Macrelmis sp.	39	3	3	0
	Heterelmis sp.	0	1	0	0
Baetidae	Beatis sp.	40	4	0	0
	Dactylobaetis sp.	0	6	0	0
Número de Individuos		<b>1307</b>	<b>1304</b>	<b>1148</b>	<b>1487</b>
Número de especies		<b>25</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>16</b>

En el grafico 4.9 presenta comparativamente los resultados de la cantidad de individuos obtenidos en cada sitio de muestreo.



**Grafico 4.3** Abundancia de individuos por sitio de muestreo

### Abundancia de individuos por época de muestreo

Como se puede observar en la tabla 4.29 el mes de Octubre es el que más individuos presento en los cuatro Quebradas de muestreo con un total de 1528, seguido del mes de Noviembre con 1504 individuos, el mes de Diciembre presento 1273 individuos y el mes que menos individuos presento fue Enero con 945.

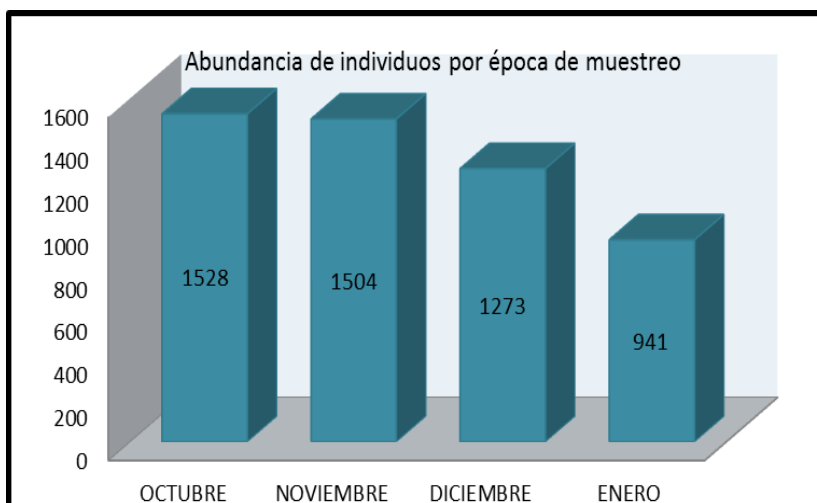
**Tabla 4.30** Abundancia de individuos por época de muestreo

Familia	Genero	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero
Perlidae	Anacroneuria	464	560	492	316
Baetidae	Beatis sp.	21	5	0	18
Leptophlebiidae	Thraulodes sp.	117	0	22	21
Veliidae	Microvelia sp	485	359	332	223
Scirtidae	Elodes sp	1	0	0	0
Staphylinidae	Rove beetle	23	8	12	4
Leptohiphidae	Leptohiphes sp	89	75	49	45
Pseudothelphusid	Pseudothelphusa	55	68	55	78
ae	sp.				
Naucoridae	Ambrysus amargosus	19	37	19	4

Helicopsychidae	Helicopsyche	28	45	104	43
Coenagrionidae	Argia sp	3	4	8	0
Tipulidae	Hexatoma	14	16	16	20
Ghomphidae	Onychogomphus	3	2	2	0
Caenidae	Caenis	10	5	0	0
Calopterygidae	Hetaerina sp	4	19	0	0
Leptoceridae	Nectopsyche	9	15	36	24
Psychodidae	maruina sp	8	0	0	0
Empididae	Chelifera sp.	10	4	6	7
Ptilodactylidae	Anchytarsus	66	138	65	74
Leptoceridae	Grumichella	3	0	5	0
Ghomphidae	Agriogomphus	0	0	3	3
Dryopidae	Elmoparnus sp.	0	9	0	3
Elmidae	Berosus sp	0	10	0	0
Glossosomatidae	Mortoniella	9	0	0	0
Leptoceridae	Atanatolica sp	10	74	6	18
Xiphocentronidae	Xiphocentron	13	0	0	0
Ptilodactylidae	Tetraglossa	3	0	0	0
Hydrobiosidae	Atopsyche	24	13	0	0
Psephenidae	Psephenops sp.	4	0	0	0
Planariidae	Turbellaria	4	0	0	0
Tabanidae	Chysops sp.	3	0	0	0
Coenagrionidae	Ischnura sp.	3	0	0	0
Baetidae	Dactylobaetis sp.	6	0	0	0
Odontoceridae	Marilia	11	0	17	9
Elmidae	Macrelmis sp.	6	18	16	5
Elmidae	Heterelmis sp.	0	0	0	1
Dolichopodidae	Rhaphium sp	0	4	8	2
Hydropsychidae	Smicridea	0	3	0	0
Oligoneuriidae	Lachlania sp.	0	0	0	16
Dolichopodidae	Aphrosylus sp.	0	13	0	1
Leptophlebiidae	Terpides sp.	0	0	0	6
	<b>individuos</b>	1528	1504	1273	941
	<b>especies</b>	68	54	45	55

En el gráfico 4.10 se presenta comparativamente los resultados de la cantidad de individuos obtenidos en cada época de muestreo.





**Grafico 4.4** Abundancia de individuos por época de muestreo

#### 4.4.19. Familias presentes en cada sitio de estudio.

De acuerdo a la tabla 4.29 se puede observar las familias que se encontraron en las cuatro quebradas durante el tiempo que se realizó los muestreos, las familias Leptoceridae, Leptophlebiidae, Ptilodactylidae fueron las que tuvieron mayor presencia en las cuatro quebradas en estudio.

**Tabla 4.31** Familias presentes en cada sitio de muestreo

QUEBRADA NEGRA	QUEBRADA LOS PUMAS	QUEBRADA SAN ALFONSO	QUEBRADA SAN SILVESTRE
Leptohyphidae	Leptohyphidae	Leptohyphidae	Leptohyphidae
Caenidae	Leptophlebiidae	Oligoneuriidae	Leptophlebiidae
Leptophlebiidae	Perlidae	Leptophlebiidae	Perlidae
Perlidae	Helicopsychidae	Perlidae	Helicopsychidae
Helicopsychidae	Hydrobiosidae	Helicopsychidae	Glossosomatidae
Leptoceridae	Odontoceridae	Xiphocentronidae	Leptoceridae
Veliidae	Hydropsychidae	Odontoceridae	Veliidae
Naucoridae	Leptoceridae	Leptoceridae	Naucoridae
Pseudothelphusidae	Veliidae	Veliidae	Pseudothelphusidae
Calopterygidae	Naucoridae	Naucoridae	Calopterygidae
Coenagrionidae	Pseudothelphusidae	Pseudothelphusidae	Tipulidae
Ghomphidae	Coenagrionidae	Tipulidae	Empididae
Tipulidae	Ghomphidae	Empididae	Staphylinidae

Psychodidae	Tipulidae	Dolichopodidae	Ptilodactylidae
Empididae	Psychodidae	Staphylinidae	
Dolichopodidae	Empididae	Dryopidae	
Scirtidae	Tabanidae	Ptilodactylidae	
Staphylinidae	Dolichopodidae	Elmidae	
Ptilodactylidae	Planariidae		
Elmidae	Staphylinidae		
Baetidae	Psephenidae		
	Ptilodactylidae		
	Elmidae		
	Baetidae		

#### 4.5. Evaluación de la Calidad de Agua de las Quebradas Negra, los Pumas, San Alfonso y San Silvestre

Para determinar la calidad de agua de las vertientes en estudio se utilizó el Índice EPT, Índice BMWP-A, utilizando los indicadores biológicos colectados, también se realizó un el análisis físico químico y microbiológico con las muestras de agua tomadas en cada una de las quebradas.

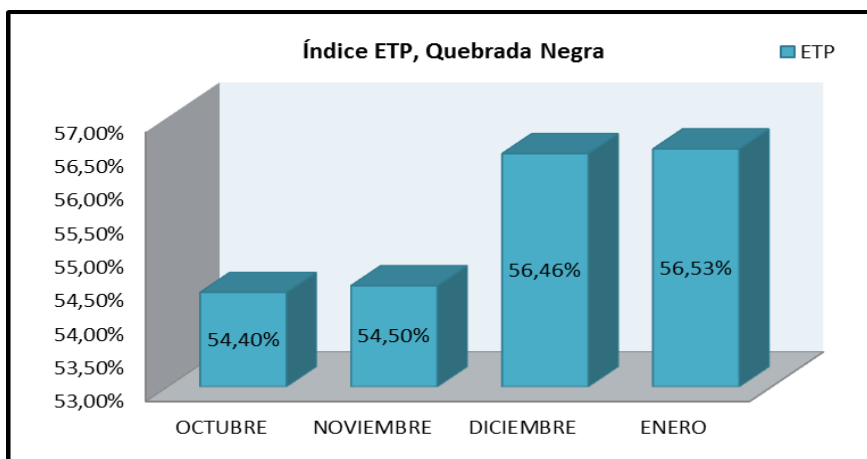
##### 4.5.1. Índice EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera).

Los insectos acuáticos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, son muy utilizados para estudios de calidad de agua, pues son muy sensibles a cambios de temperatura, pH, así como a una baja de oxígeno. (Cocha Pallo, 2009). Este estudio se lo realizó tomando en cuenta tres órdenes de macroinvertebrados que son indicadores biológicos de buena calidad de agua por ser los más sensibles a la contaminación y alteraciones que se dan en las fuentes de agua.

##### 4.5.1.1. Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada Negra.

Los resultados del análisis de calidad de agua en la Quebrada Negra utilizando el Índice EPT determinaron que en el mes de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero el agua es Buena, según la tabla 3.4 del índice EPT que indica la calidad del agua,

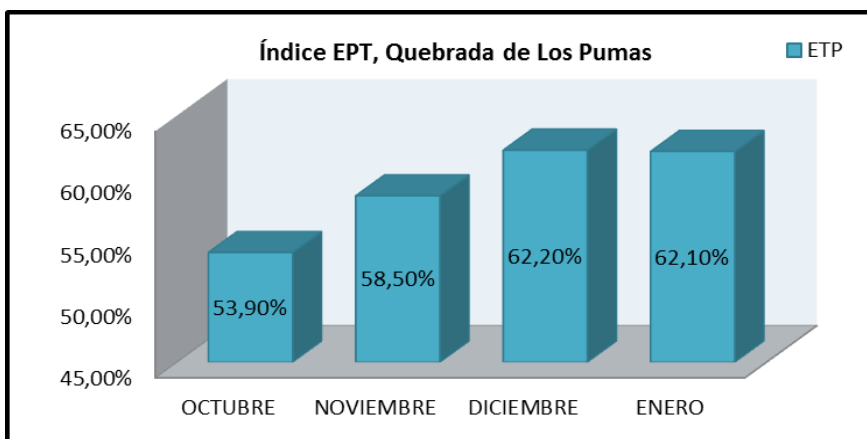
obteniendo porcentajes de entre 56% y 54% como se puede observar claramente en el (Gráfico 4.10). Es decir que en el territorio de la quebrada se evidencia efectos de contaminación, pero no son altos y las especies identificadas se adaptan a bajos niveles de contaminación ya que el agua de la quebrada resulta ser buena.



**Gráfico 4.5** Índice EPT - Quebrada Negra

#### ***4.5.1.2. Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada de Los Pumas.***

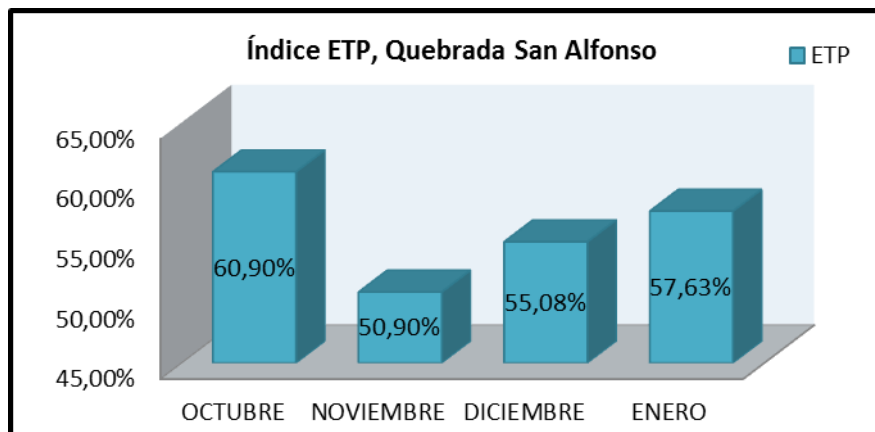
Los resultados del análisis de calidad de agua en la Quebrada de Los Pumas utilizando el Índice EPT determino que en el mes de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero el agua es buena obteniendo porcentajes de entre 53% y 62% como se observa claramente en el (Grafico 4.11). Las especies identificadas se adaptan a aguas de buena calidad es decir a bajos niveles de contaminación puesto que la actividad que se desarrolla cerca de la vertiente es más ganadera.



**Gráfico 4.6** Índice EPT - Quebrada de Los Pumas

#### ***4.5.1.3. Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada San Alfonso.***

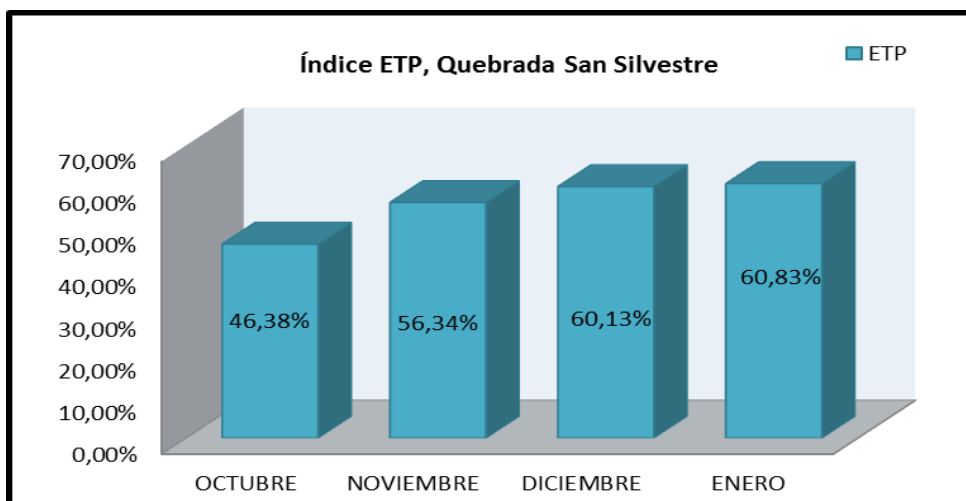
Los resultados del análisis de calidad de agua en la Quebrada San Alfonso utilizando el Índice EPT determino que el agua es buena en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero, como se observa en el (Gráfico 4.12). Se puede evidenciar que existe efectos de contaminación por las actividades antrópicas en pequeñas escalas desarrolladas en las cercanías de la fuente de agua.



**Gráfico 4.7** Índice EPT-Quebrada San Alfonso

#### ***4.5.1.4. Análisis de calidad de agua del Índice EPT de la Quebrada San Silvestre.***

Los resultados del análisis de calidad de agua en la Quebrada San Silvestre utilizando el Índice EPT determino que el agua es buena en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero, mientras que en el mes de Octubre se determinó que es regular con un porcentaje de 46,38% como se observa claramente en el (Gráfico 4.13). Se puede concluir que existe evidencia de contaminación en el mes de octubre esto debido a mayor influencia de actividad agrícola y ganadera en esta época del año en los alrededores de esta vertiente.

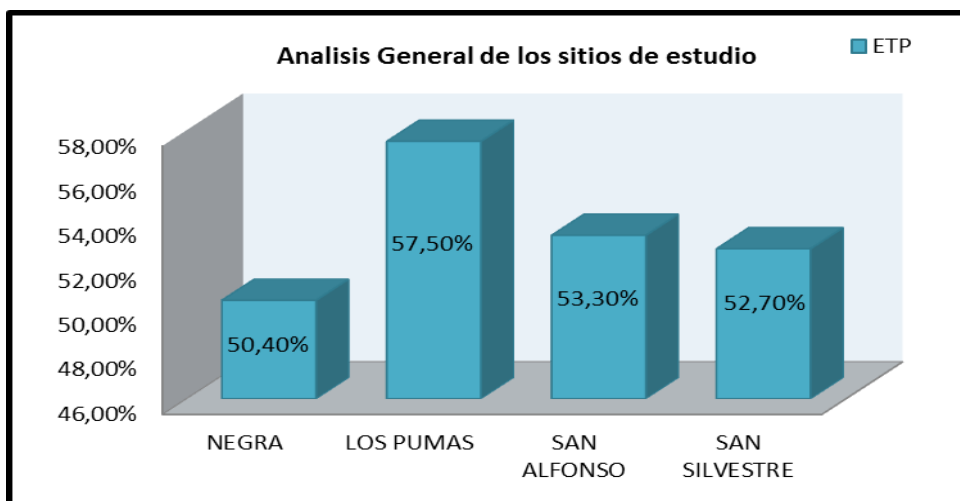


**Gráfico 4.8** Índice EPT – Quebrada San Silvestre

Como se puede observar en el resultado de la calidad de agua de las quebradas Negra, De los Pumas, San Alfonso y San Silvestre empleando el índice EPT nos arroja como resultado una calidad de agua BUENA en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero a excepción de la quebrada San silvestre en el mes de Octubre que el resultado es un agua de Calidad REGULAR.

Esta excepción se debe al proceso de regeneración en el que se encuentra ésta quebrada debido a las actividades antrópicas ganaderas y agrícolas que se desarrollaban en las cercanías de esta fuente, por lo tanto debido a este factor las especies de macroinvertebrados del orden Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera no estuvo presentes con la cantidad necesaria que indica una mejor calidad de agua.

También se realizó un análisis general sobre el estado del agua de las cuatro quebradas debido a que todos los sitios de estudio presentan cantidades similares de individuos de los Órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera ya que son los principales y únicos indicadores de calidad del agua mediante este método, obteniendo como resultado un estado de calidad del agua BUENA con un porcentaje promedio de 53,4 % como se refleja claramente en el grafico 4.14



**Grafico 4.9** Análisis general de los sitios de estudio

Pese al proceso de regeneración en el que se encuentra la quebrada San Silvestre se encontró un mayor número de individuos pero la menor cantidad de especies estableciendo que la abundancia de individuos no tiene relación con la diversidad de especies mucho menos si no son indicadores de buena calidad de agua.

#### **4.5.2. Índice BMWPA Biological Monitoring Working Party de Antioquia.**

Este índice trabaja con las familias de los diferentes especies encontradas a las cuales se asignan puntaje que va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10, en cambio las más tolerantes a la contaminación como por ejemplo Tubificidae reciben una puntuación de 1.

La suma de todos los puntajes de todas las familias proporciona un puntaje total estableciendo de esta manera el estado de la calidad del agua.

##### ***4.5.2.1. Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada Negra.***

Una vez que se ubicaron a las diferentes familias de macroinvertebrados con su respectivo índice de sensibilidad se obtuvo en el mes de Octubre un resultado de calidad de agua Muy Buena de clase I que significa Aguas muy limpias no contaminadas, a diferencia de los meses de Noviembre, Diciembre y Enero que

presenta un calidad de agua Buena de clase II que significa aguas ligeramente contaminadas, como se puede observar en el grafico 4.15

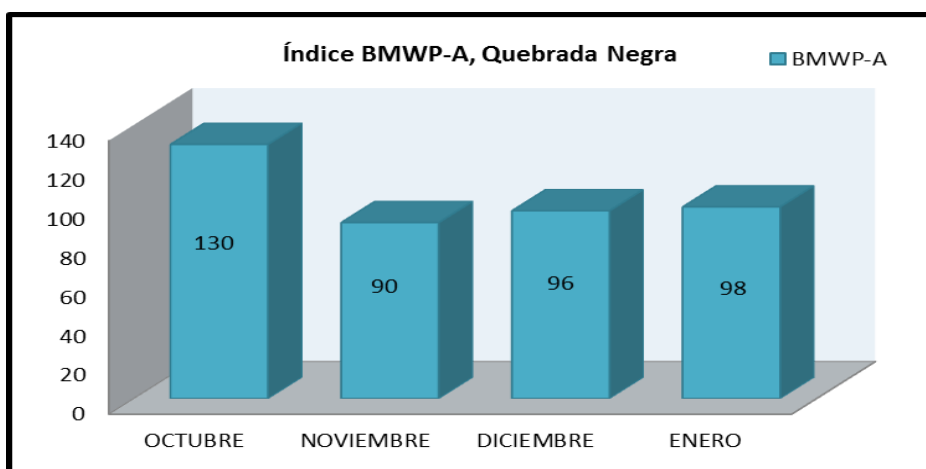


Gráfico 4.10 Índice BMWP-A – Quebrada Negra

#### 4.5.2.2. Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada de Los Pumas.

Una vez que se ubicaron a las diferentes familias de macroinvertebrados con su respectivo índice de sensibilidad se obtuvo en los meses de Octubre, Diciembre y Enero un resultado de calidad de agua Muy Buena de clase I que significa Aguas muy limpias no contaminadas, a diferencia del mes de Noviembre que presenta un calidad de agua Buena de clase II que significa aguas ligeramente contaminadas, como se puede observar en el grafico 4.16

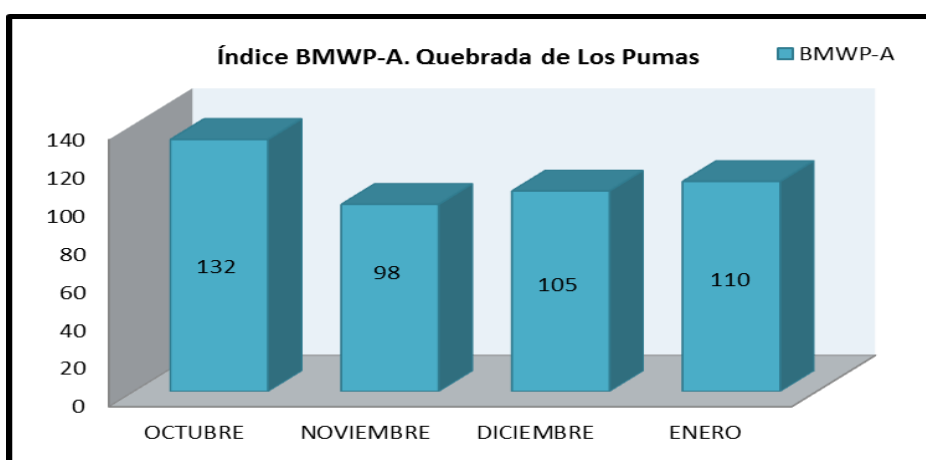
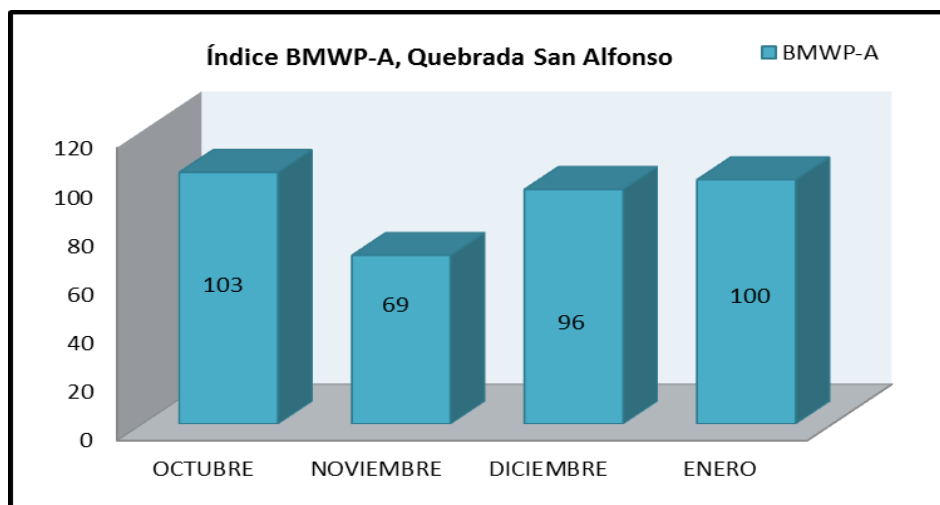


Gráfico 4.11 Índice BMWP-A – Quebrada de Los Pumas

#### ***4.5.2.3. Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada San Alfonso.***

Una vez que se ubicaron a las diferentes familias de macroinvertebrados con su respectivo índice de sensibilidad se obtuvo en el mes de Octubre un resultado de calidad de agua Muy Buena de clase I que significa Aguas muy limpias no contaminadas, a diferencia de los meses de Noviembre, Diciembre y Enero que presenta un calidad de agua Buena de clase II que significa aguas ligeramente contaminadas, como se puede observar en el gráfico 4.17

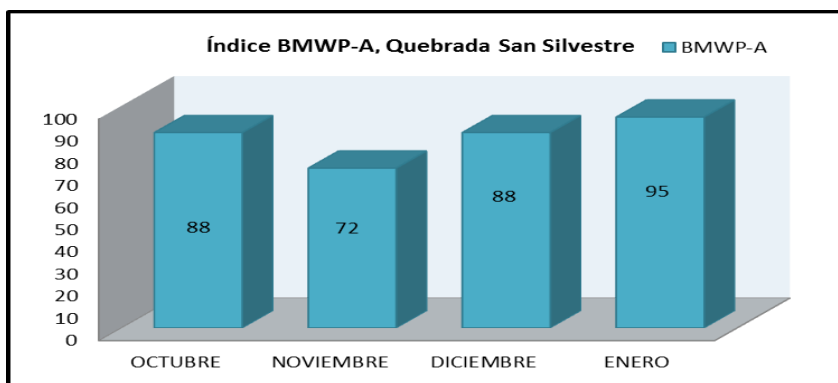


**Gráfico 4.12** Índice BMWP-A – Quebrada San Alfonso

#### ***4.5.2.4. Análisis de calidad de agua del Índice BMWPA de la Quebrada San Silvestre.***

Una vez que se ubicaron a las diferentes familias de macroinvertebrados con su respectivo índice de sensibilidad se obtuvo como resultado en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero una calidad de agua Buena de clase II que significa aguas ligeramente contaminadas, como se observa claramente en el gráfico 4.18





**Gráfico 4.13** Índice BMWP-A – Quebrada San Silvestre

Una vez que se determinó la calidad de agua de las cuatro quebradas en estudio mediante el índice BMWP-A en los cuatro meses de muestreo se puede establecer el por qué la diferencia del resultado de la calidad de agua MUY BUENA Y BUENA.

En el mes de Octubre se obtuvo una calidad de agua Muy Buena en las Quebradas Negra, San Alfonso y Los Pumas Octubre, Diciembre y Enero arrojando un promedio de 116 de sensibilidad debido a que existió un mayor número de Familias sensibles a la contaminación las mismas que son indicadoras de aguas no contaminadas, lo que sucede con la Quebrada San Silvestre en los cuatro meses que presenta aguas de calidad Buena es porque no hubo mayor presencia de familias sensibles a la contaminación debido a que ésta quebrada se encuentra en un proceso de regeneración puesto que tiempo atrás el bosque donde nace la Quebrada San Silvestre en sus alrededores existía actividad antrópica como agropecuaria y ganadera a gran escala, lo que sucede en los meses que arrojaron un resultado de calidad de agua Buena es debido a que únicamente se encontró especies con índices de sensibilidad muy baja.

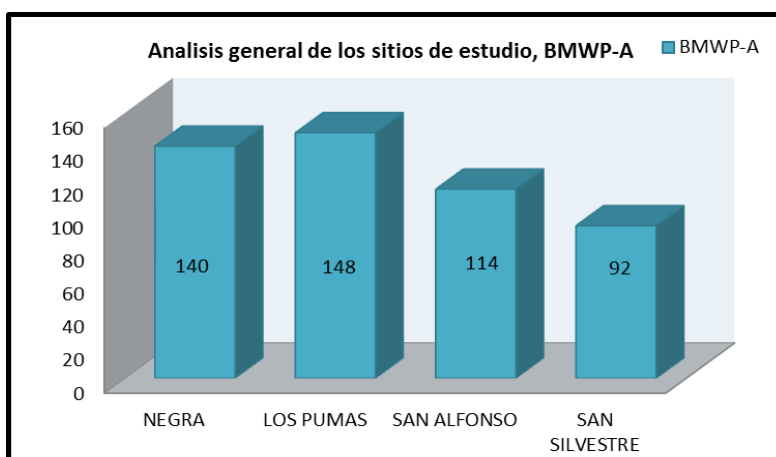
De igual manera se realizó un análisis general de la calidad del agua de las cuatro quebradas tomando en cuenta los índices de sensibilidad de familias indicadoras de aguas limpias, aguas medianamente contaminadas y aguas contaminadas. De acuerdo con esto la quebrada Negra presenta siete familias indicadoras de aguas limpias con índices de sensibilidad de 8-9-10; 12 familias indicadoras de aguas medianamente contaminadas con un índice de sensibilidad de 4-6-7; y una familia indicadora de aguas contaminadas con un índice de sensibilidad de 3.

La quebrada de Los Pumas presento ocho familias indicadoras de aguas limpias con un indice de sensibilidad de 8-9-10; 12 familias indicadoras de aguas medianamente contaminadas con un indice de sensibilidad de 4-5-6-7; y una familia indicadora de aguas contaminadas con un indice de sensibilidad de 3.

La quebrada San Alfonso arroja como resultado ocho familias indicadoras de aguas limpias con un indice de sensibilidad de 8-9-10; siete familias indicadoras de aguas medianamente contaminadas con un indice de sensibilidad de 4-6-7; y una familia indicadora de aguas contaminadas con un indice de sensibilidad de 3.

Por último la quebrada San Silvestre arrojo un resultado de seis familias indicadoras de aguas limpias con un indice de sensibilidad de 8-9-10; seis familias indicadoras de aguas medianamente contaminadas con un indice de sensibilidad de 4-6-7; y una familia indicadora de aguas contaminadas con un indice de sensibilidad de 3.

Con estos resultados se puede establecer que en las quebradas Negra, Los Pumas y San Alfonso la calidad del agua es MUY BUENA obteniendo en su mayoría la presencia de familias indicadoras de aguas limpias y poco contaminadas, siendo la quebrada San Silvestre la que presenta menor familias indicadoras de aguas limpias por lo que siempre el resultado será una calidad de agua BUENA, en el grafico 4.19 refleja los resultados de los sitios de estudio en un análisis general del estado del agua.



**Grafico 4.14** Análisis general de los sitios de estudio, BMWP-A

### 4.5.3. Análisis general de la calidad de agua con macroinvertebrados como indicadores biológicos.

Una vez finalizado el análisis de la calidad del agua de las cuatro Quebradas de la microcuenca del Rio San Joaquín se determinó que el agua de las quebradas en donde se realizó el estudio oscila entre MUY BUENA Y BUENA calidad, debido a que existe mayor presencia de especies que no resisten a la contaminación de acuerdo al Índice BMWP-A, de igual manera sucedió con el índice EPT que arrojó un resultado de calidad de agua BUENA, debido a que los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera presentaron una baja cantidad de individuos durante todo el tiempo que se realizó los muestreos.

Para realizar una comparación de los resultados obtenidos de la calidad del agua con los índices ETP y BMWP-A se presenta un resumen donde se puede observar el resultado obtenido en la investigación de las cuatro quebradas de lo que se pudo observar lo que refleja la tabla 4.30

**Tabla 4.32** Resumen comparativo índice ETP y BMWP-A

<b>QUEBRADAS</b>	<b>ETP</b>	<b>BMWP-A</b>
NEGRA	50,40%	140
LOS PUMAS	57,50%	148
SAN ALFONSO	53,30%	114
SAN SILVESTRE	52,70%	92
<b>PROMEDIO</b>	<b>53,47%</b>	<b>123,5</b>
<b>CALIDAD</b>	<b>BUENA</b>	<b>MUY BUENA</b>

Este resultado se debe básicamente a la presencia de indicadores de calidad de agua, como se puede constatar la calidad del agua mediante el índice ETP es BUENA debido a que en todo el transcurso de la investigación se encontró una baja cantidad de individuos pertenecientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, lo contrario sucedió con la presencia de familias indicadoras de aguas limpias y poco contaminadas, con lo que se puede establecer que el agua de las quebradas Negra y Los Pumas que abastece del líquido vital a la comunidad de San

Joaquín se encuentra en buenas condiciones al igual que las quebradas San Alfonso y San Silvestre que abastece de agua a la parroquia 6 de Julio Cuellaje.

Para obtener un resultado final se analizó comparativamente la precipitación media y el caudal de cada una de las quebradas donde se realizó la investigación Vs. Los resultados de los índices ETP y BMWP-A de acuerdo a esto se determinó que existe una mejor calidad de agua en los meses de mayor precipitación por ende un mayor caudal, estableciendo que a mayor precipitación y caudal mejor calidad del agua, esto podemos observar en el gráfico 4.15 de cada una de las quebradas estudiadas.

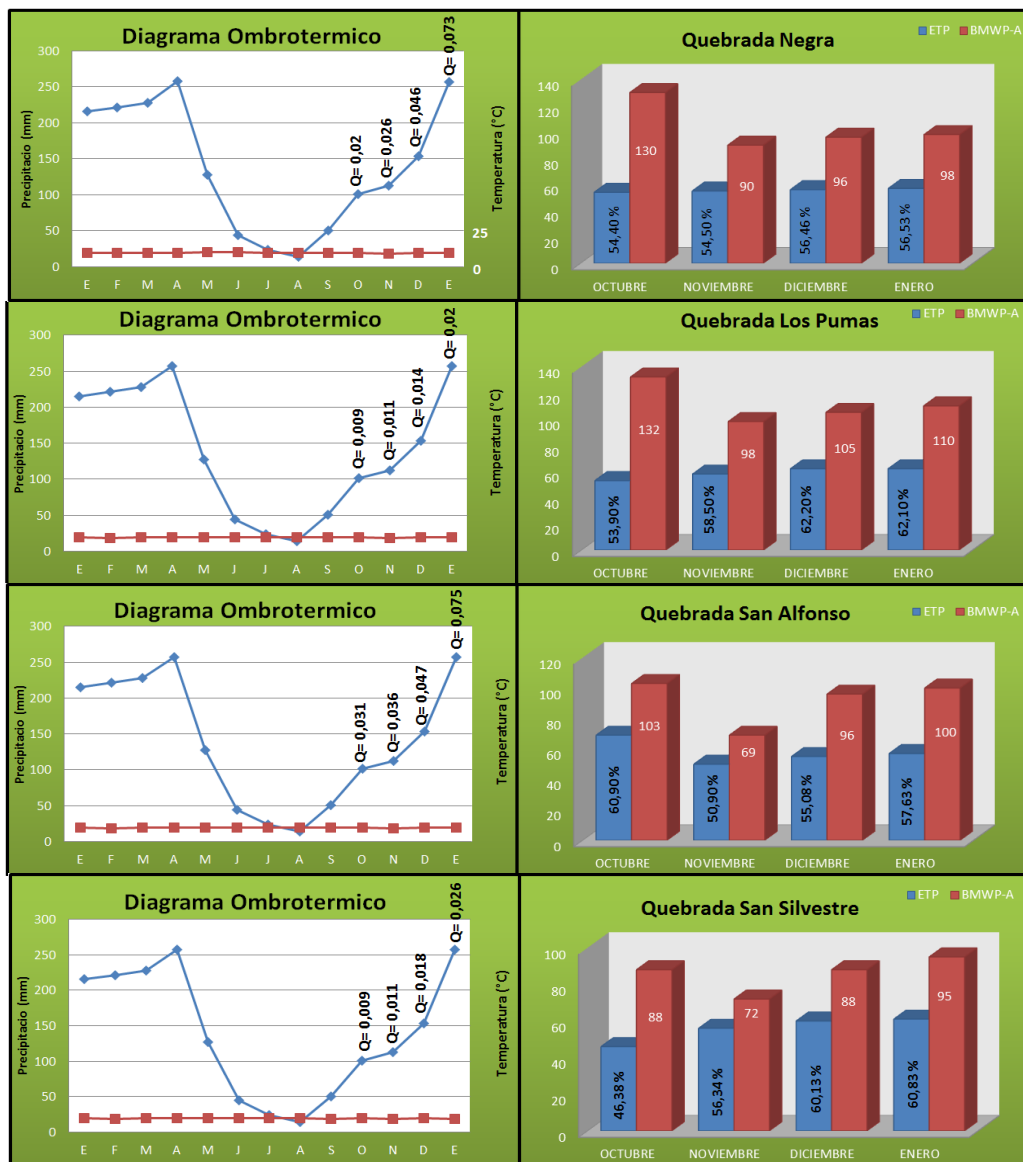


Gráfico 4.15 Análisis comparativo

#### **4.5.4. Estudios relacionados con macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua.**

La investigación que se realizó en las cuatro quebradas de la microcuenca del Río San Joaquín se comparó con los resultados de otros estudios realizados en distintos lugares pero con la característica que utilizaron macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos empleando los índices ETP y BMWP-A para determinar la calidad del agua, así tenemos “Estado actual de la calidad biológica de la subcuenca del Río Yanuncay en el Canton Cuenca Provincia del Azuay”, donde se había empleado el índice EPT y WMBP-A para determinar la calidad del agua, dando como resultado una calidad de agua muy buena y predominando especies de la familia Beatidae perteneciente al orden Ephemeroptera ( Jenny Cocha Palla 2009)

De igual manera se realizó una evaluación ecológica del Rio Lliquino atravez de macroinvertebrados acuaticos como indicadores biológicos en la Provincia de Pastaza, donde tambien se empleó el indice EPT Y WMBP-A para determinar la calidad del agua, dando como resultado un calidad de agua BUENA y obteniendo resultados de varios organismos tolerantes al material orgánico encontrado en el agua (Esteban Terneus, Karina Hernandez, Maria Jose Racines 2012).

En un estudio realizado en los ríos Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo grande para determinar la calidad del agua mediante macroinvertebrados como indicadores biológicos, en los cuales se empleó el indice EPT Y WMBP-A obteniendo una calidad de agua REGULAR y una abundante presencia del orden Ephemeroptera y la familia Beatidae (Alexandra Endara 2012).

En el Río Alambi se realizó un estudio con Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad de agua donde se empleó el indice EPT Y WMBP-A para realizar dicho análisis, obteniendo como resultado una calidad de agua BUENA, encontrándose especies de mayor abundancia del orden Ephemeroptera y Trichoptera (Juan Giacometti, Fabián Bersosa 2006).

En la cuenca del Río El Ángel se desarrolló un estudio con macroinvertebrados acuáticos como organismos indicadores de la calidad del agua entre el caserío

Ingueza y la ciudad el Ángel, en el cual se empleó los índices ETP y BMWP para determinar la calidad del agua donde obtuvo resultados de agua de REGULAR y MALA calidad en ciertos sitios de estudio así como de BUENA calidad en otros lugares encontrando especies varias especies indicadoras de aguas limpias y contaminadas. (Luis Cadena 2005)

De igual manera se manera se realizó un estudio de la calidad del agua en la subcuenca de Río Chinchina en la ciudad de Manizales-Colombia donde se empleó los índices ETP y BMWP para determinar la calidad del agua, se colecto 7486 individuos, obteniendo resultados con el índice ETP una calidad de agua REGULA con un porcentaje de 28,30% y mediante el índice BMWP el resultado fue aguas limpias no contaminadas con un puntaje de 152 (Meza S, Rubio M. 2012)

Como se pudo dar cuenta existe una gran efectividad al utilizar indicadores biológicos para realizar estudios de calidad del agua, al igual que en las investigaciones antes mencionados los resultados que se obtuvo en las cuatro quebradas presenta valores similares debido a que en la mayoría de cuerpos de agua existe en sus cercanías actividades antrópicas, donde la ganadería, agricultura, tala de bosque han sido los factores principales de la degradación de la calidad del agua.

#### **4.6. Propuesta de Manejo Participativo**

Una vez que se determinó el análisis biológico de calidad del agua de las Quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre las mismas que presenta una calidad de agua Buena, a partir de estos resultados y con la información que se recopiló durante las salidas de campo, conversatorios con los habitantes y de acuerdo a la metodología planteada para la elaboración de la propuesta de manejo participativo de la microcuenca del Río San Joaquín se describe la manera como se realizó de acuerdo a las seis fases plantadas dentro de la metodología de Planeamiento Andino Comunitario (Charles B. Jordan K. Carlos H. Añazco M. Andrade M. (1999), teniendo de esta manera:

**Fase de pre-identificación.-** La identificación de donde se realizara la propuesta de manejo se lo realizó de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, es

por eso que la propuesta esta enfocada a desarrollarse dentro de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre.

**Fase de acercamiento.-** Durante la visita a los sitios de estudio donde se realizara la propuesta de manejo se realizo intercambios de información y opiniones acerca de los problemas con las vertientes de una manera informal con los beneficiarios del recurso hídrico y se los hizo conocer los propósitos que tiene la elaboración del proyecto, de igual manera se constato los problemas mencionados mediante observaciones directas en el proceso de la investigación como son las distintas salidas de campo, al determinar la ubicación de las vertientes de agua y realizar el diagnostico biofísico.

**Fase de promoción.-** Una vez realizado la identificación y acercamiento con la comunidad se procedio hacer formalmente un areunion con todos los beneficiarios donde se dio a conocer los propósitos y metas que tiene la propuesta, asi como la recepción de los principales problemas que tienen con el manejo de las vertientes, se lo realizo de una manera participativa utilizando el método de lluvia de ideas enfocados en el manejo del recurso hídrico, los resultados de esta fase fueron que el principal problema es la destrucción de la cobertura vegetal en los nacimientos de las vertientes y drenajes internos por ende el facil ingreso de ganado vacuno, disminución de caudales, el desconocimiento del manejo de los recursos naturales y una deficiente estructura organizativa de la junta administradora del agua.

**Fase de planificación.-** De acuerdo a los resultados obtenidos en la fase anterior se procede a planificar y elabora una propuesta de manejo participativo, la misma que cuenta con distintos programas y proyectos enfocados a crear alternativas que permitan mejorar el manejo y conservación de los recursos hídricos que se encuentran dentro del área de estudio y cumpliendo con lo que menciona la ley de recursos hídrico en el artículo 12.- La Autoridad Única del Agua, los Gobiernos Autónomos Descentralizados, los usuarios, las comunas, pueblos, nacionalidades y los propietarios de predios donde se encuentren fuentes de agua, serán responsables de su manejo sustentable e integrado así como de la protección y conservación de dichas fuentes.

**Fase del acuerdo de cogestión.-** La propuesta se enfoca en el manejo participativo, es por eso que para el desarrollo de la misma se involucra en las actividades de los diferentes proyectos a todos los beneficiarios, llegando a un acuerdo con los dirigentes y actores involucrados en su compromiso de participar activamente junto con el apoyo técnico que se brindara en la capacitación y orientación para obtener los resultados esperados en el manejo de los recursos hídricos.

**Fase de sistematización de resultados.-** Se convocó a una reunión con los principales dirigentes y beneficiarios donde se expusieron los resultados obtenidos durante la investigación y se dio a conocer la propuesta de manejo participativa explicándoles cada uno de los programas y proyectos que se desarrollarían.

Se entregó una copia del documento y un guía ilustrada de los principales indicadores biológicos de buena y mala calidad del agua, con el objetivo de familiarizarse y tener presente estos indicadores al momento de realizar un monitoreo o mantenimiento a las quebradas que abastecen de agua tanto a la comunidad de San Joaquín como a la parroquia 6 de Julio Cuellaje.

### **Antecedentes**

La microcuenca de Río San Joaquín no cuenta con un manejo adecuado de los recursos hídricos que esta posee, debido a esto se realiza una propuesta que busca plantear soluciones y mecanismos que ayuden a un mejor aprovechamiento y protección de las quebradas dentro del área de estudio orientada a un manejo sustentable de los recursos naturales.

### **Localización**

**Provincia:** Imbabura  
**Cantón:** Cotacachi  
**Parroquia:** 6 de Julio Cuellaje  
**Comunidad:** San Joaquín  
**Ubicación**



De acuerdo al diagnóstico realizado durante la investigación se determinó que las actividades a realizarse mediante la propuesta de manejo se lo ejecutarán en la parte alta de las Quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre, debido a que en esta zona se originan estas vertientes y se encuentran los tanques de captación del agua. En Anexo 4.000 se puede observar claramente la ubicación de las zonas planteadas.

### **Objetivo general de la propuesta de manejo**

Plantear proyectos enfocados a la conservación y mejor aprovechamiento de los recursos hídricos que beneficien a los pobladores de la comunidad San Joaquín y la parroquia 6 de Julio Cuellaje

### **Objetivos específicos de la propuesta de manejo**

Asegurar que el agua de las quebradas en estudio mejore su calidad para el aprovechamiento de todos sus beneficiarios.

Proponer medidas de conservación de la cobertura vegetal situada en los nacimientos de las quebradas en estudio.

Educar y concienciar a la población beneficiaria sobre el buen manejo de los recursos naturales logrando un involucramiento con la propuesta para que se desarrolle de manera participativa.

#### **4.6.1. Programa de conservación de recursos hídricos.**

La micro cuenca del Río San Joaquín posee importantes recursos hídricos, faunísticos y paisajísticos de acuerdo al diagnóstico realizado en la investigación, los recursos hídricos representan las vertientes que constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua a la comunidad de San Joaquín y a la parroquia 6 de Julio Cuellaje, en los que se observa una disminución debido a las actividades antrópicas como la agricultura tradicional, ganadería y extracción maderera actividades que ponen en riesgo la conservación de estos recursos.

Es por eso que las actividades que se plantean durante la propuesta de manejo requieren el involucramiento total del GAD de la parroquia 6 de Julio Cuellaje para su ejecución.

### **Proyecto de revegetación de drenajes menores de las quebradas en estudio**

Los drenajes menores de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre Anexo 7 se encuentran en deterioro por el avance de la frontera agrícola y ganadera, presentan escasa vegetación nativa ocasionando la disminución del caudal ecológico y permitiendo el libre acceso de personas y especialmente de ganado vacuno hacia las quebradas ocasionando su contaminación. Al restaurar la cobertura vegetal se establecerá una barrera viva impidiendo el acceso de animales hacia estas quebradas logrando recuperar el equilibrio natural del hábitat y su ciclo hidrológico así como el incremento del caudal y por ende una mejor calidad del agua.

De acuerdo al mapa de Erodabilidad de la Microcuenca Anexo 16 se observa que existe alta erodabilidad en las quebradas Negra, Los Pumas y San Alfonso debido a la deforestación existente en la zona, la quebrada San Silvestre se encuentra en un área con erodabilidad alta y baja debido a la presencia de pendientes ligeramente inclinada, escarpada y cobertura vegetal medianamente escasa, debido a estas características se requiere realizar los proyectos de reforestación de los drenajes menores de cada una de las quebradas en estudio para recuperar la cobertura vegetal y evitar el deterioro de las mismas ya que son fuente principal de abastecimiento para los habitantes de la comunidad San Joaquín y parroquia 6 de Julio Cuellaje.

Para determinar el área a reforestar se lo realizó mediante la delimitación de los drenajes menores de cada una de las quebradas en estudio y tomando en cuenta el decreto ejecutivo 650 del reglamento de la ley orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua en su artículo 64 donde establece que las zonas de protección hídrica tendrán una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales, pudiéndose variar por razones topográficas, hidrográficas u otras que determine la Autoridad Única del Agua en coordinación con la Autoridad Ambiental Nacional.

Para la revegetación se tomara en cuenta la metodología de Forestaría Análoga (FA) es una técnica de silvicultura que busca restaurar los ecosistemas Forestales y la biodiversidad mediante el desarrollo de una estructura física similar al bosque clímax y recrea un ambiente modificado, permitiendo a muchas especies del bosque original extender su rango de dispersión. Dicho de otra manera, la Forestaría Análoga es una manera más efectiva, ecológica, social, económica y culturalmente apropiada de rehabilitar los bosques y la biodiversidad, pues proporciona un amplio rango de cultivos y reduce el riesgo de la dependencia de un solo producto, o monocultivos, propiciando el desarrollo comunitario. Este sistema tiene implícito un componente educativo que permite mejorar habilidades, conocimiento, y entrenamiento técnico para reforzar y enfatizar los nexos entre aspectos socio-culturales y socio-económicos, y la restauración de la biodiversidad y el manejo ambiental sostenible. (Suárez & Pacheco, 2014)

### **Objetivos del proyecto de revegetación de drenajes menores de las quebradas en estudio**

Rehabilitar la vegetación de los drenajes menores de las vertientes con especies nativas de la zona, reforestando un área de 18,09 hectáreas utilizando la metodología de forestación análoga.

### **Meta**

La meta de este proyecto se centra en reforestar los drenajes internos en un área de 8,46 ha en la quebrada Negra; 2,16 ha quebrada Los Pumas; 5,68 ha quebrada San Alfonso y 1,79 ha quebrada San Silvestre en un periodo de 12 meses.

### **Beneficiarios**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los pobladores de la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y de todos los que habitan a lo largo de la microcuenca del Río San Joaquín.

## **Ubicación de las áreas a reforestar**

En el Anexo 8 se observa las áreas que se han considerado a reforestar en cada una de las quebradas, tomado en cuenta los drenajes menores y los 100 metros de protección hídrica establecidos en la ley.

## **Actividades**

### **Adquisición de especies nativas para la reforestación**

Para la adquisición de las especies nativas con las que se reforestará se lo realizó mediante la metodología establecida para este proyecto, la forestación análoga que consiste en analizar un área que se encuentre en buenas condiciones de conservación dentro del área de estudio, donde se determinó las especies más idóneas de la zona de acuerdo a las zonas de vida de Rodrigo Sierra y las que se utilizarán son las siguientes:

Higuerón (*Ficus cotinifolia*)  
Aguacatillo (*Persea caerulea*),  
Lecherrillo (*Ficus insípida*),  
Laurel de cera (*Morella pubescens*),  
Duco (*Clusia elliptica*),  
Moco (*Clethra revoluta*),  
Guayusa de monte (*Hedyosmum racemosum*),  
Flor de Mayo (*Tibouchina lepidota*),  
Roble (*Quercus virginiana*),  
Arrayan (*Myrceugenella apiculata*),  
Tura (*Calliandra houstoniana*),  
Guandera (*Clusia vaginata*),  
Rayo (*Backea sp.*).

De acuerdo a distribución de especies según un inventario realizado para reforestación en un bosque de neblina montano y siempre verde montano alto como son los tipos de bosque presentes en la microcuenca del río San Joaquín, en dicho

estudio se empleo 19 especies de árboles, encontrándose en el área de estudio de la microcuena 13 de estas especies por lo que se considero emplear las mismas proporsionalidad de especies por hectárea teniendo de esta manera.

**Tabla 4.33** Número de especies para reforestación

<b>Especies a reforestar</b>	<b>Individuos / Ha</b>	<b>TOTAL 18,09 Ha</b>	<b>Proporcionalidad %</b>
Aguacatillo <i>Persea caerulea</i>	52	940,68	10,32 %
Higueron <i>Ficus cotinifolia</i>	45	814,05	8,93 %
Laurel de cera <i>Morella pubescens</i>	37	669,33	7,34 %
Rayo <i>Backea sp.</i>	25	452,25	4,96 %
Duco <i>Clusia elliptica</i>	35	633,15	6,94 %
Moco <i>Clethra revoluta</i>	38	687,42	7,54 %
Guayusa de monte <i>Hedyosmun racemosum</i>	31	569,79	6,15 %
Lecherillo <i>Ficus insípida</i>	43	777,87	8,53 %
Guandera <i>Clusia vaginata</i>	36	651,24	7,14 %
Tura <i>Calliandra houstoniana</i>	28	506,52	5,56 %
Arrayan <i>Myrceugenella apiculata</i>	44	795,96	8,73 %
Roble <i>Quercus virginiana</i>	48	868,32	9,52 %
Flor de mayo <i>Tibouchina lepidota</i>	42	759,78	8,34 %
<b>TOTAL</b>	<b>504</b>	<b>9126,36</b>	<b>100%</b>

De acuerdo a la tabla 4.31 se especifica la proporcionalidad de especies a plantarse por hectárea.

### **Épocas de siembra**

De acuerdo al diagrama ombrotermico elaborado con los datos obtenidos de la estación más cercana Apuela, nos muestra que los meses con mayor precipitación y apta para realizar la reforestación son Enero, Febrero, Marzo y Abril correspondientes a la época lluviosa con mayor precipitación.

Cabe recalcar que en esta metodología de reforestación análoga es prioritario seguir la distribución de las especies dentro del paisaje para no tener un área con mayor número de especies que otra, realizar todo el proceso ecológicamente y reducir los insumos externos como abonos químicos. Para la siembra es importante la realización de mingas con los pobladores, el apoyo de instituciones educativas que se integren al proceso de reforestación.

De esta manera podemos obtener resultados positivos tomando en cuenta que una buena siembra es la base para el crecimiento correcto de la planta.

### **Seguimiento y control de la reforestación**

Para esta actividad se recomienda realizar pequeños grupos con la comunidad y estudiantes para que se realice un seguimiento a las especies plantadas, observar si todas están o no prendidas y creciendo correctamente de lo contrario realizar una resiembra si es necesario.

### **Costos del proyecto**

Los costos del proyecto involucran las actividades a realizarse, tomando en cuenta las entidades involucradas, el plazo estimado para su cumplimiento como se detalla seguidamente en la tabla 4.32

**Tabla 4.34** Costos del proyecto de revegetación drenajes menores

<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>COSTO REFERENCIAL (Dólares)</b>	<b>PLAZO DE CUMPLIMIENTO (meses)</b>	<b>ENTIDADES DE APOYO</b>
Adquisición de especies nativas para la reforestación	6844,77	12	GAD Parroquial
Traslado de las especies hacia el lugar de siembra	200	12	GAD Parroquial
Preparación del área a reforestar	1200	3	GAD Parroquial Pobladores
Siembra de especies	1200	12	GAD Parroquial Pobladores Institución Educativa
Seguimiento y control de la reforestación	600	12	GAD Parroquial Pobladores Institución Educativa
<b>Sub total</b>	<b>10044,77</b>		

### **Proyecto de regeneración natural**

La regeneración natural se reconoce como el mecanismo que permite a las especies de plantas recuperarse después de eventos de perturbación naturales o antrópicos (Mongue, 1990).

Debido a la degradación de los bosques que a ocurrido dentro de la microcuenca del Rio San Joaquín a causa del mal manejo de los recursos naturales viendose afectado principalmente el recurso hídrico del cual se benefician los habitantes de la comunidad de San Joaquin y la Parroquia 6 de Julio Cuellaje, es por eso que se

pretende realizar una regeneración natural debido a la importancia que tiene en la dinámica del bosque dentro de los drenajes menores que abastecen a las quebradas en estudio utilizando las especies nativas propias de la zona que se encuentran en el bosque, realizándose mediante forestación análoga y sostenible.

### **Importancia de la regeneración natural**

La regeneración natural es de gran importancia, especialmente si se da un enfoque como instrumento para el manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas, ya que al determinar especies valiosas y fomentar su manejo se mejoran las condiciones de hábitat para otras especies asociadas.

### **Ventajas de la regeneración natural**

Las ventajas de realizar una reforestación por medio de regeneración natural son las siguientes:

- Permite evitar gastos en la producción de especies para la protección y recuperación de los bosques.
- Mayor adaptación de las especies al sitio.
- Hay muchas opciones de manejo de la regeneración natural, incluyendo el uso de podas de formación así como desmoches, raleo selectivo, selección de rebrotes dependiendo de los productos esperados (Muñoz, 2002).

### **Objetivos del proyecto de regeneración natural**

Reforestar las áreas afectadas por la degradación de los bosques mediante regeneración natural dentro de los drenajes menores de las quebradas en estudio.

### **Meta**

Reforestar un área de 18,09 hectareas utilizando plántulas existentes dentro del bosque.



## **Beneficiarios**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los pobladores de la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y de todos los que habitan a lo largo de la microcuenca del Río San Joaquín.

## **Ubicación de las áreas a reforestar**

En el Anexo7 se observa las áreas que se han considerado a reforestar en cada uno de los drenajes menores de las quebradas.

## **Actividades**

### **Adquisición de plántulas**

Para la selección y adquisición de plántulas se considero lo que menciona (Lee, 1995) para reforestar una zona de recarga y orillas de quebradas, se debe tener presente el tipo de especies que se va a utilizar. Las especies deben ser seleccionadas en función a su utilidad y establecimiento, y su siembra debe realizarse en forma permanente. Cuando los árboles se encuentran alrededor de fuentes de agua, aseguran una zona vertical y horizontal de amortiguamiento, pero se debe tener especial cuidado al seleccionar las especies, recordando que con especies de alto valor económico en el área forestal, se corre el riesgo de tener problemas futuros por el uso de la madera.

De acuerdo a esto se tomo cuenta las especies propias del sector que son características del bosque siempre verde mantano alto y bosque de neblina montano de acuerdo a las zonas de vida de Rodrigo Sierra, también se considero las especies que por sus características morfológicas (densidad de copa, producción de biomasa y tamaño) en conjunto, cumplen de mejor manera las funciones de captación, retención y regulación de agua, dentro del ciclo hidrológico de una microcuenca, contribuyendo a la permanencia de la cantidad y calidad del recurso hídrico en el tiempo.

Aguacatillo (*Persea caerulea*), Lecherillo (*Ficus insípida*), Laurel de cera (*Morella pubescens*), Duco (*Clusia elliptica*), Moco (*Clethra revoluta*), Guayusa de monte (*Hedyosmum racemosum*), Flor de Mayo (*Tibouchina lepidota*), Roble (*Quercus virginiana*), Arrayan (*Myrceugenella apiculata*), Tura (*Calliandta houstoniana*), Guandera (*Clusia vaginata*), Rayo (*Backea sp.*), Higueron (*Ficus cotinifolia*).

Las plántulas se obtendrán del bosque natural las mismas deben tener una estatura considerable para ser extraída y transplantada a una funda plástica, las cuales se dejara reposar en el perfil fuera del bosque aproximadamente un mes, para que estas asimilen el cambio ligeramente y no sufran estrés al momento de ser plantadas.

La adquisición y siembra de plantas se lo realizara mediante mingas con todas las personas beneficiarias de la comunidad San Joaquin y de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje, esta actividad se lo debe realizar cuatro veces en el año cada tres meses debido a que las especies con las que se refoerstara son nativas del sector y proliferan en distintas épocas del año por lo tanto dicha reforestación se lo puede realizar durante los doce meses del año.

### **Seguimiento y control de la regeneración natural**

La comunidad tiene la obligación de dar seguimirnito a la reforestación mediante la conformación de grupos de apoyo entre la comunidad e instituciones educativas, para asi llevar un control de las especies que fueron prendidas exitosamente, de lo contrario realizar la resiembra.

### **Costos del proyecto**

Los costos del proyecto involucran las actividades a realizarse, tomando en cuenta las entidades involucradas, el plazo estimado para su cumplimiento como se detalla seguidamente en la tabla 4.33

**Tabla 4.35** Costos del proyecto de regeneración natural

<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>COSTO REFERENCIAL (Dólares)</b>	<b>PLAZO DE CUMPLIMIENTO (meses)</b>	<b>ENTIDADES DE APOYO</b>
Minga para la adquisición de especies nativas para la reforestación	300	12	GAD Parroquial Institución Educativa
Minga para la preparación del área a reforestar	300	3	GAD Parroquial Institución Educativa
Minga para la siembra de especímenes	300	12	GAD Parroquial Institución Educativa
Seguimiento y control de la reforestación	300	6	GAD Parroquial Institución Educativa
<b>Sub total</b>	<b>1200</b>		

### **Proyecto de monitoreo ambiental con macro invertebrados acuáticos**

Se define al monitoreo biológico como un examen que se hace cada cierto tiempo para conocer la salud de un río, se toma datos de diferentes partes del lecho, de modo que se pueda comparar la calidad del agua río arriba y río abajo o de acuerdo a los ambientes que le rodean. Carrera y Fierro (2001),

Para determinar que las actividades propuestas en este plan estén contribuyendo al manejo y conservación del área, se requiere de un monitoreo de los cambios ambientales que se presenten en el lugar, de manera que se pueda evaluar el rendimiento de las acciones propuestas para mitigar los impactos detectados. Además Salinas y Hernández (2008) menciona que es un elemento clave para asegurar y controlar la calidad de la información recolectada porque en él se define las tareas de monitoreo que se realizan durante la implantación de un proyecto.

El agua de las quebradas estudiadas posee un índice de calidad Buena por lo que se pretende con este proyecto mantener y mejorar dicho índice mediante un control y seguimiento de los componentes biológicos presentes en el área de estudio.

### **Objetivos del proyecto de monitoreo ambiental**

Establecer un monitoreo continuo de los componentes biológicos presentes en el área de estudio para determinar la calidad de agua en el tiempo.

### **Meta**

Obtener una base de datos de acuerdo a los cambios y alteraciones biológicas que ocurren dentro del área de estudio y así proponer las respectivas medidas correctivas a las alteraciones encontradas.

### **Beneficiarios**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los pobladores de la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y de todos los que habitan a lo largo de la micro cuenca del Río San Joaquín.

### **Ubicación del proyecto.**

El monitoreo ambiental se lo realizara en cada una de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre debido a que son las principales fuentes de captación de agua.

### **Actividades**

Realizar un monitoreo de indicadores biológicos de la calidad del agua para determinar si existe alguna alteración, el monitoreo se lo debe realizar una vez en época seca o meses con menor precipitación y otra en época lluviosa o meses con mayor precipitación de acuerdo al diagrama ombrotermico.

Realizar un monitoreo sobre la cobertura vegetal partiendo de los resultados obtenidos durante la investigación, se lo puede realizar una vez por año debido a que los cambios de la cobertura vegetal podrán ser visibles en este tiempo.

Realizar un monitoreo de macroinvertebrados acuáticos para ver si existió un cambio con respecto a la calidad del agua luego del proyecto de reforestación.

Elaborar una base de datos con toda la información obtenida partiendo del diagnóstico realizado durante la investigación, previo a la capacitación por un técnico ambiental a grupos de los beneficiarios del recurso hídrico quienes serán los encargados de darle seguimiento a los monitoreos planteados en este proyecto.

### Costos del proyecto

Los costos del proyecto involucran las actividades a realizarse, tomando en cuenta las entidades involucradas, el plazo estimado para su cumplimiento como se detalla en la tabla 4.33

**Tabla 4.36** Costos del proyecto de monitoreo ambiental con macro invertebrados acuáticos

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	COSTO REFERENCIAL	PLAZO DE CUMPLIMIENTO (meses)	ENTIDADES DE APOYO
Monitoreo de cobertura vegetal	500	1	Técnico ambiental
Monitoreo de indicadores biológicos	500	2	Técnico ambiental
Análisis en el laboratorio	800	2	Técnico ambiental
Elaboración de la base de datos	250	1	Técnico ambiental
Capacitación sobre monitoreo	1000	4	Técnico ambiental
<b>Sub total</b>	<b>3050</b>		

#### **4.6.2. Programa de gestion del recurso hídrico.**

Para el manejo adecuado del recurso hídrico es importante trabajar conjuntamente con el personal involucrado y beneficiado junto con el GAD parroquial y las Instituciones Educativas, debido a que ciertos recursos del área son utilizados sin ningún control y normas que garanticen un equilibrio ambiental, es así que el agua a pesar de ser la fuente principal de abastecimiento de la comunidad San Joaquín y la parroquia 6 de Julio Cuellaje no cuenta con un manejo estricto de este recurso.

Al realizar proyectos que fortalezcan a la estructura organizativa de la Junta administradora de aguas incrementando sus funciones específicas con la finalidad de controlar y regular las actividades que se realizan en las cercanías de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre, así como la capacitación a los pobladores en cuanto al buen manejo de los recursos.

#### **Proyecto de fortalecimiento de la junta administradora del agua.**

De acuerdo al decreto ejecutivo 650 del reglamento de la ley orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua en el artículo 40 define que las Juntas administradoras de agua potable son organizaciones comunitarias, sin fines de lucro que tienen la finalidad de prestar el servicio público del agua potable así como es su caso el de saneamiento. Su accionar se fundamenta en criterios de eficiencia económica, sostenibilidad del recurso hídrico, calidad en la presentación de los servicios y equidad en el reparto del agua.

Este proyecto propone mejorar la estructurar de la junta administradora del agua orientada a solucionar los problemas presentes al manejo y conservación de los recursos hídricos, estableciendo las funciones correspondientes a cada uno de sus representantes las mismas que puedan ser ejecutadas con ayuda del GAD parroquial.

Dentro del área de estudio se evidencia actividades que alteran las condiciones naturales del agua debido a que no existe un control donde prohíban las actividades

en las riveras de las quebradas que son la fuente principal de captación de agua para la comunidad San Joaquín y la parroquia 6 de Julio Cuellaje.

**Objetivo del proyecto de fortalecimiento de la junta administradora del agua.**

Fortalecer a la junta administradora de agua mediante una estructura organizativa que tenga la capacidad técnica que se rige en las normativas y leyes establecidas para garantizar un eficiente manejo del recurso hídrico.

**Meta**

Lograr que la junta administradora de agua mejore su gestión organizativa para obtener un manejo adecuado del recurso hídrico.

**Beneficiarios**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los pobladores de la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y de todos los que habitan a lo largo de la micro cuenca del Río San Joaquín.

**Ubicación del proyecto**

El proyecto se desarrollara en la parroquia 6 de Julio Cuellaje

**Actividades**

Capacitación sobre una correcta administración del recurso hídrico

Visitar una parroquia donde se haya estructurado una Junta Administradora de agua para para conocer como es el manejo correcto del mismo.

Adquisición de un computador y material necesario para crear una oficina adecuada para dicho propósito.

## **Funciones**

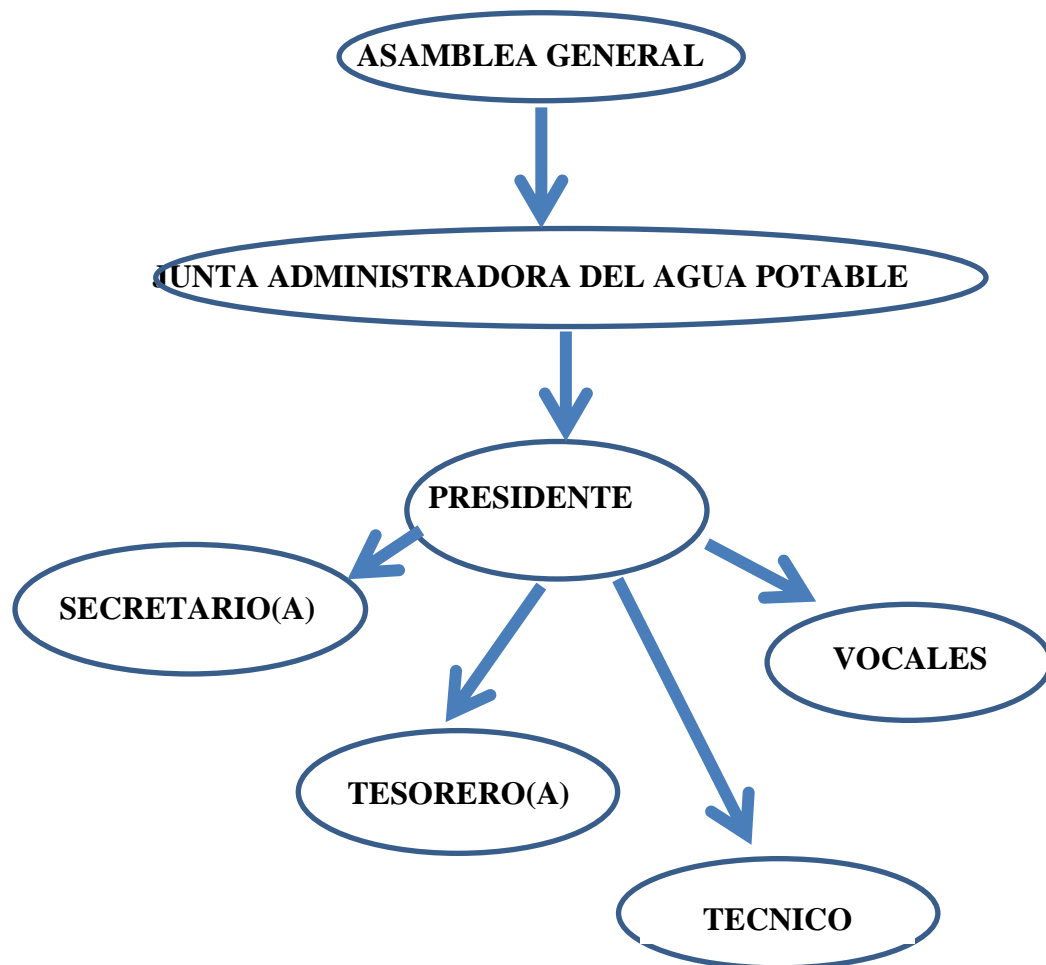
Fortalecer la estructura organizativa de la Junta administradora de agua potable.

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de la ley orgánica de Recursos Hídricos, Usos y aprovechamiento del agua, las funciones que corresponden a las Juntas Administradoras de Agua Potable son:

- a) Conservar, mantener, rehabilitar y operar las infraestructuras para la prestación de los correspondientes servicios.
- b) Construir y financiar nuevas infraestructuras, pudiendo recabar para ello las ayudas económicas procedentes, contando con el respectivo informe de viabilidad técnica que será emitido por la subsecretaria de Agua potable.
- c) Participar con la Secretaria del Agua en la protección de las fuentes de abastecimiento del sistema de agua potable evitando su contaminación.
- d) Establecer las tarifas por la prestación del servicio, dentro de los criterios generales regulados en la ley, este reglamento y las regulaciones que para el efecto emita la ARCA, recaudarlas y administrar el producto de la recaudación para el cumplimiento de los servicios que tengan encomendados.
- e) Aprobar los presupuestos para el funcionamiento de los servicios.
- f) Resolver los conflictos que puedan existir entre sus miembros. En este caso de que el conflicto no se pueda resolver internamente, se acudirá ante la Autoridad de Demarcación Hidrográfica o al responsable del centro de atención al ciudadano, quien decidirá sobre el mismo cuando se corra traslado y en el ámbito de sus competencias; y
- g) Participar en los concejos de cuenca de la forma indicada en este reglamento.

De acuerdo con este artículo y enfocado en las necesidades que presenta, la estructura organizativa de la junta administradora de agua de la parroquia 6 de Julio Cuellaje debe estar establecida por un departamento financiero, administrativo y técnico encabezado por un presidente todos con sus respectivas funciones y responsabilidades, dicha Junta deberá ser designada en una asamblea general por todos los pobladores beneficiarios, teniendo de esta manera una estructura de basado en la ley que establece SENAGUA quien es la autoridad máxima del agua.





De esta manera se estructura la Junta administradora de agua facilitando el proceso administrativo teniendo una mejor comunicación y control.

### **Funciones de cada uno de los miembros designados**

**Presidente.-** Representar legal y Judicialmente a la Junta Administradora de agua.

Velar por el cumplimiento de los acuerdos y resoluciones tomadas por la Junta administradora de aguas

Suscribir y legalizar conjuntamente con el Secretario las Actas de las Sesiones, y las comunicaciones oficiales

Presentar al término de su ejercicio el informe anual de las actividades desarrolladas en el período a su cargo ante la Asamblea General

Hacer que se cumplan con todos los acuerdos establecidos durante una asamblea siempre que sean de interés de los pobladores.

Dirigir las reuniones de solución de debates que se produzcan entre los usuarios y las de aplicación de sanciones, respetando el debido proceso.

Aplicar las sanciones siempre y cuando sea el caso, basadas en lo que estipula el artículo 60 y 62 de la ley de recursos hídricos.

.  
**Secretario(a).**- Manejar toda la documentación correspondiente a la Junta Administradora de Agua, como recepción y archivo.

Llevar el libro de actas debidamente certificadas, de las sesiones del Directorio y Asambleas Generales y vigilar por el cumplimiento respectivo a todas las resoluciones.

Informar por escrito al Tesorero de las resoluciones en lo pertinente al área financiera.

Por disposición del Presidente convocar a las sesiones ordinarias y extraordinarias del Directorio y de la Asamblea General.

**Vocales.**- Los vocales serán el apoyo en cada una de las obligaciones que deba cumplir el presidente al igual que remplazarlo cuando este lo amerite.

Presidir y desempeñar con exactitud las comisiones que se le designen.

**Tesorero.**- será el encargado de la contabilidad de la Junta administradora del agua.

Recaudará todos los valores que correspondan al Directorio y llevará estricta contabilidad de los mismos

Llevar un inventario de los bienes muebles e inmuebles de la Entidad, los mismos que permanecerán bajo su custodia y responsabilidad

Informar mensualmente a la Junta de Aguas sobre el cumplimiento de las obligaciones de los usuarios, en cuanto a los pagos de las cuotas y multas.

Llevar un Libro de Control de Ingresos y Egresos, con los respectivos comprobantes de sustento y de responder de todos los valores

Presentar el informe económico anual con su respectiva documentación, ante la Asamblea General

**Técnicos.-** Encargados del manejo de los tanques de captación y su debido tratamiento dentro de un ámbito de protección ambiental.

Velar por la conservación y mantenimiento de los cauces naturales y artificiales que conducen las aguas.

Garantizar la provisión de los servicios de agua potable a todos los beneficiarios  
Informar de manera oportuna de existir escases o suspensión del agua.

Cumplir y hacer cumplir los acuerdos y resoluciones de la Junta de aguas.

De esta manera se pretende realizar un manejo adecuado del recurso hídrico y disminuir las alteraciones provocadas al mismo.

### **Costos del proyecto**

Los costos del proyecto involucran las actividades a realizarse, tomando en cuenta las entidades involucradas, el plazo estimado para su cumplimiento como se detalla en la tabla 4.34.

**Tabla 4.37** Costo del proyecto de fortalecimiento de la junta administradora del agua.

<b>DESCRIPCION DE ACTIVIDADES</b>	<b>COSTO REFERENCIAL (dólares)</b>	<b>PLAZO DE CUMPLIMIENTO (meses)</b>	<b>ENTIDADES DE APOYO</b>
Capacitación sobre una correcta administración del recurso hídrico	500	1	GAD Parroquial
Adquisición de un computador y material necesario para crear una oficina adecuada para dicho propósito.	2000	3	GAD Parroquial
Visitar una parroquia donde se haya estructurado una Junta Administradora de agua para para conocer como es el manejo correcto del mismo.	500	2	GAD Parroquial
<b>Sub total</b>	<b>3000</b>		

### **Proyecto de educación ambiental**

El área de estudio posee varios recursos que son utilizados de manera incorrecta sin tomar en cuenta el cuidado y manejo ambiental que se debe tener, debido a la falta de conocimientos acerca del correcto manejo de estos recursos.

El presente proyecto pretende educar a la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y a los centros educativos con la finalidad de incentivar a la protección de los recursos naturales mediante charlas enfocadas en la conservación y manejo de los recursos naturales que posee la micro cuenca del Río San Joaquín así como los beneficios que estos nos brindan con un manejo adecuado.

De acuerdo del diagnóstico realizado en la investigación se observó algunos problemas que afectan a las quebradas como son la mala práctica de la agricultura y ganadería, es por eso que se plantea temas de difusión como agroecología y ganadería sostenible para los pobladores y para los centros educativos temas como cuidado de los recursos hídricos y biodiversidad.

### **Objetivo de proyecto de educación ambiental**

Involucrar a los beneficiarios del recurso hídrico en la educación ambiental para garantizar la conservación y manejo de los recursos naturales.

### **Meta**

La meta para este proyecto es que todos los beneficiarios se involucren en el cuidado de los recursos naturales y finalmente realizar un manejo adecuado de los mismos.

### **Beneficiarios**

Los principales beneficiarios del proyecto serán los pobladores de la comunidad San Joaquín, parroquia 6 de Julio Cuellaje y de todos los que habitan a lo largo de la micro cuenca del Río San Joaquín.

### **Ubicación del proyecto**

Se lo realizara en la comunidad San Joaquín y en la parroquia 6 de Julio Cuellaje mediante la presentación de charlas.

### **Actividades**

Para la realización de esta actividad es importante que se lo realice con un técnico ambiental, estudiantes del último semestre o egresado así como se puede solicitar la ayuda del MAE de esta manera aclarar todas las inquietudes de los estudiantes con respuestas claras y comprensivas.

- Realizar charlas dirigidas a estudiantes del último nivel (Decimo año) de la Escuela 2 de Agosto de la comunidad San Joaquín y de la Unidad Educativa Cuellaje en los temas de Cuidado del Recurso Hídrico y Biodiversidad, con la finalidad de involucrar a los jóvenes en la importancia y beneficios que brinda un manejo adecuado del medio ambiente.

### **Cuidado del Recurso Hídrico**

La charla sobre el cuidado del recurso hídrico pretende educar a los estudiantes de los dos centros educativos mediante la siguiente estructura.

- 1.- Presentación del equipo que impartirá las charlas.
- 2.- Presentación de un video de fundación natura sobre la importancia y escases del agua titulado “El agua- carta año 2050”
- 3.- Recoger las ideas principales del video que interpretaron los estudiantes y por medio de estas realizar una discusión sobre la importancia del agua.
- 4.- Resaltar el tema de la importancia del agua con ejemplos de la localidad como son; Preguntar a sus padres y abuelos como eran los bosques, las quebradas anteriormente y la cantidad de agua que estas tenían a comparación de ahora y así establecer claramente la importancia de la preservación del medio ambiente y adecuado manejo del agua.

### **Biodiversidad**

Para finalizar las charlas con los estudiantes de los dos centros educativos se impartirá una presentación con imágenes registradas durante la investigación para que conozcan y se familiaricen con la diversidad de especies como fauna, avifauna, flora y algunos bosques que existe en el área de estudio y en general en el medio que los rodea y conviven diariamente, con la finalidad de crear conciencia en el cuidado del medio ambiente.

- Realizar charlas dirigidas a los pobladores de la Comunidad San Joaquín y la parroquia 6 de Julio Cuellaje en un tema importante como es la agroecología y la

ganadería sostenible para fortalecer los conocimientos y mejorar las practica agrícolas y ganaderas.

### **Agroecología y ganadería sostenible**

Toda persona debe asumir que la tierra no es un bien de consumo si no la herencia de generaciones futuras que tenemos el privilegio de utilizar temporalmente, y que los recursos de los cuales dependen nuestros sistemas de producción son limitados y deben ser compartidos por una comunidad humana mayor.

La Agroecología se centra en las relaciones ecológicas en el campo y su propósito es iluminar la forma, la dinámica y las funciones de estas relaciones.

En algunos trabajos sobre agroecología está implícita la idea que por medio del conocimiento de estos procesos y sus relaciones, los sistemas agroecológicos pueden ser administrados mejor, con menores impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad, más sostenidamente y con menor uso de insumos externos. (J. Restrepo, S. Angel, M. Prager 2000).

De acuerdo en lo que se centra la agroecología se debe dar a conocer a los pobladores la manera en cómo se desarrolla para que las actividades agrícolas sean más amigables con el ambiente, teniendo de esta manera:

La agroecología involucra directamente al manejo y conservación del suelo y agua; preparando el suelo con un adecuado manejo y riego para que su fertilidad sea efectiva.

Para el sistema de cultivos.- deben ser variados y no centrarse únicamente en los monocultivos tomando en cuenta la agroforestería para evitar la deforestación y el avance de la frontera agrícola.

La ganadería sostenible se enfoca en un manejo amigable entre la actividad ganadera y el medioambiente, dando a conocer a los pobladores los impactos generados

al realizar una mala práctica como son la deforestación por expandir los pastizales, medidas de protección a las fuentes de agua, cercas vivas

### Costos del proyecto

Los costos del proyecto involucran las actividades a realizarse, tomando en cuenta las entidades involucradas, el plazo estimado para su cumplimiento como se detalla en la tabla 4.35

**Tabla 4.38** Costos del proyecto de educación ambiental

DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	COSTO REFERENCIAL (dólares)	PLAZO DE CUMPLIMIENTO (meses)	ENTIDADES DE APOYO
Charlas dirigidas a estudiantes del último nivel (Decimo año) de la Escuela 10 de Agosto de la comunidad San Joaquín y de la Unidad Educativa Cuellaje. Temas: Cuidado del Recurso Hídrico y Biodiversidad.	1000	1	MAE
Charlas dirigidas a los pobladores de la Comunidad San Joaquín y la Parroquia 6 de Julio Cuellaje. Tema: Agroecología y la ganadería sostenible	1000	1	MAE
<b>Sub total</b>	<b>2000</b>		



PROGRAMAS	PROYECTOS	ACTIVIDADES	MESES												Costo	
			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Referencial	
<b>PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS HIDRICOS</b>	<b>Revegetacion de drenajes menores</b>	Adquisicion de especies nativas para la reforestación	X													6844,8
		Traslado de las especies hacia el lugar de siembra	X													200
		Preparacion del area a reforestar	X													1200
		Siembra de especies	X	X	X	X										1200
		Seguimiento y control de la reforestacion					X	X	X	X	X	X				600
	<b>Regeneracion Natural</b>	Minga para la adquisición de especies nativas para la reforestación	X			X			X			X				300
		Minga para la preparación del área a reforestar		X			X			X			X			300
		Minga para la siembra de especímenes	X			X			X			X				300
		Seguimiento y control de la reforestación						X						X		300
	<b>Monitoreo ambiental con macroinvertebrados acuáticos</b>	Monitoreo de cobertura vegetal	X							X						500
		Monitoreo de indicadores biologicos				X				X						500
		Analisi en el laboratorio					X				X					800
		Elaboracion de la base de datos										X	X			250
		Capacitacion sobre monitoreo	X													1000
	<b>PROGRAMA DE GESTION DEL</b>	<b>Fortalecimiento de la Junta</b>	Capacitación sobre una correcta administración del recurso hídrico		X											500

<b>RECURSO HÍDRICO</b>	<b>Administradora de Agua</b>	Adquisición de un computador y material necesario para crear una oficina adecuada para dicho propósito			X														2000	
		Visitar una parroquia donde se haya estructurado una Junta Administradora de agua para para conocer como es el manejo correcto del mismo.				X														500
	<b>Educacion ambiental</b>	Charla dirigidas a estudiantes del ultimo nivel (Decimo año) en los temas de Cuidado del recurso Hidrico y Biodiveridad	X	X																1000
		Charla dirigida a todos los pobladores en temas de Agroecologia y Ganaderia Sostenible	X	X																1000
	<b>TOTAL</b>																			<b>19295</b>

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

- Se pudo identificar que la calidad del agua de las quebradas Negra, Los Pumas, San Alfonso y San Silvestre de la microcuenca del río San Joaquín en su mayor parte es BUENA debido a que existe especies indicadoras de aguas limpias y poco contaminadas por las actividades antrópicas que se desarrollan en sus cercanías.
- Se identificó taxonómicamente a los macroinvertebrados acuáticos encontrados durante el presente estudio en las cuatro quebradas obteniendo una riqueza de 5246 individuos estructurados en 9 Órdenes, 31 Familias y 41 especies.
- La precipitación y caudal es directamente proporcional a la calidad del agua, es decir a mayor precipitaciones y mayor caudal mejor calidad del agua.
- Se generó una propuesta de manejo participativo de la microcuenca del Río San Joaquín que consta de dos programas y cinco proyectos, para que pueda emplear la junta administradora de Agua Potable de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje con el fin de manejar de forma sostenible y adecuada cada uno de los recursos que se encuentran dentro de la microcuenca.
- Se socializó la investigación realizada dando a conocer los resultados del estado del agua en que se encuentran cada una de las cuatro principales fuentes que abastecen a la comunidad San Joaquín y a la parroquia 6 de Julio Cuellaje.
- La quebrada que presento una mayor calidad biológica fue la de Los Pumas de acuerdo al índice BMWP-A con un puntaje de 148 y de acuerdo al índice ETP con un porcentaje de 57,50%

- El índice ETP y BMWP-A coinciden en los meses de Noviembre, Diciembre y Enero en las cuatro quebradas con un resultado de calidad de agua BUENA.
- De acuerdo a la cantidad de individuos encontrados durante los cuatro meses de muestreo en las cuatro quebradas que se estudió se concluyó que la abundancia de individuos no tiene relación con la diversidad de especies cuando estamos analizando la calidad del agua y estos a su vez sirven como indicadores biológicos.

### **Preguntas directrices**

1. ¿Cuál es la calidad de los afluentes en estudio de la microcuenca del río San Joaquín?

Mediante los indicadores biológicos que se utilizó para realizar este estudio, arrojaron un resultado de calidad del agua BUENA con presencia de especies indicadoras de aguas limpias y poco contaminadas.

2. ¿Cuál es la diferencia entre los distintos sitios de muestreo con respecto a los macroinvertebrados identificados?

Existe una familiaridad de especies en los cuatro sitios que se estudió por lo que no presenta mayor diferencia del estado de la calidad del agua en los distintos sitios de muestreo.

3. ¿Es aplicable la propuesta participativa generada para ser empleada por la junta administradora de Agua Potable de la Parroquia 6 de Julio Cuellaje?

Efectivamente la propuesta es clara y de fácil implementación puesto que es participativa con todos los beneficiarios del líquido vital.

4. ¿Se difundió exitosamente la propuesta participativa?

Se tuvo inconvenientes de reunir al personal involucrado pero se logró difundir exitosamente.

## 5.2. Recomendaciones

- Los principales actores sociales que son los beneficiados directos del agua deben tener un compromiso de cuidado y manejo de los recursos hídricos para conservarlos y evitar su degradación.
- Seguir realizando estudios de calidad del agua para tener presente el estado en el que se encuentran y realizar a futuro un estudio de todos los afluentes de la microcuenca del Río San Joaquín para determinar fuentes alternativas con un buen estado de la calidad del agua
- Es necesario tener una base de datos con las especies representativas e indicadoras de buena calidad de agua para realizar un estudio comparativo con otros cuerpos de agua dentro de la provincia.
- Educar a la gente y a la junta administradora del agua con respecto a macroinvertebrados acuáticos para que puedan realizar un seguimiento y control del estado del agua de las fuentes que los abastecen.
- Proponer una ordenanza a nivel parroquial para la conservación de reservas hídricas de acuerdo a lo que estipula la legislación ambiental en la ley de recursos hídricos así como la implantación de sanciones establecidas en la misma para sus incumplimientos.
- Mantener una distancia de por lo menos 25 m de protección hídrica en los márgenes de cada una de las quebradas desde los tanques de captación hacia la parte baja como existe en la actualidad.
- Se recomienda realizar el proyecto de reforestación para la conservación de la microcuenca del Río San Joaquín mediante el Programa Provincial que en la actualidad se está trabajando en la Gestión y ordenamiento integral, participativo e intercultural de cuencas hidrográficas para la conservación de ecosistemas estratégicos y biodiversidad.

### 5.3. Bibliografía

- Meza-S y Rubio-M (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Río Chinchiná. Tesis, Universidad de Caldas.
- Terneus, Hernandez y Racines (2012). Evaluación ecológica de río Liquino atreves de macroinvertebrados acuáticos, Pastaza-Ecuador. Revista de ciencias, Universidad del Valle.
- Cocha Pallo (2009). Estado actual de la calidad fisico-química, bacteriológica y biológica del agua de la subcuenca del río Yanuncay en dos estaciones climáticas del cantón Cuenca. Tesis, Universidad del Azuay.
- Endara y Endara (2012). Identificación de macroinvertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua. Universidad Tecnológica Equinoccial
- Arroyo J. y Encalada (2010). Evaluación de la calidad del agua atreves de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. Universidad San Francisco de Quito.
- Saransig Zambrano (2010). Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca alta de río Guargualla para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo. Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. Universidad de Antioquia, Medellín - Colombia.
- Carrera, C; Fierro, K. (2001). Los Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Manual de Biomonitorio, Eco Ciencia.

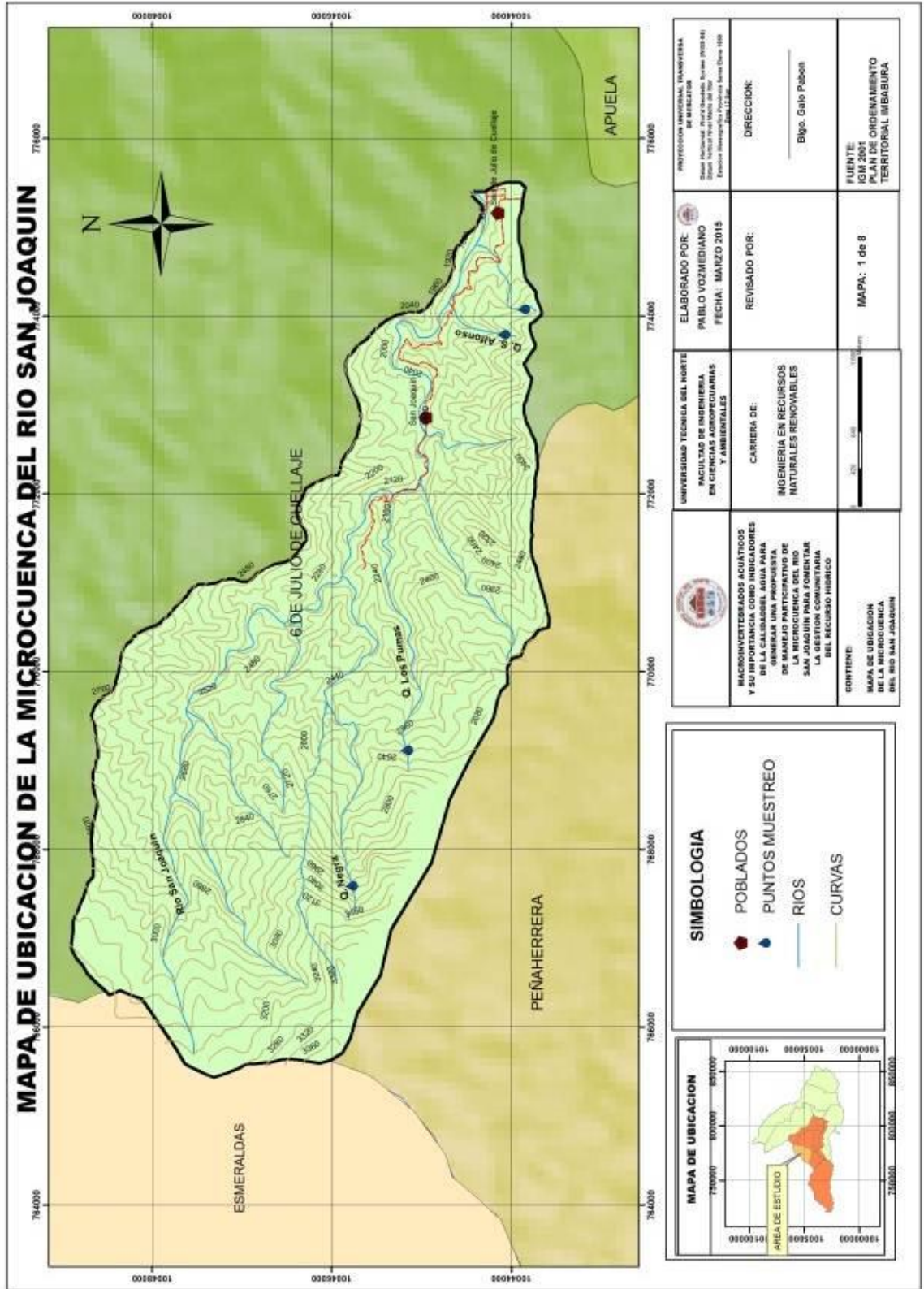
Roldán, G. (1996). Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía. Universidad de Antioquia, Bogotá – Colombia.

Zamora-Muñoz, C. Alba-Tercedor, A. (1996). Bioassessment of organically polluted Spanish rivers, using a biotic index and multivariate methods.

Charles B. Jordan K. Carlos H. Añezco M. Andrade M. (1999). Una propuesta de manejo participativo de los recursos naturales renovables para el nuevo milenio

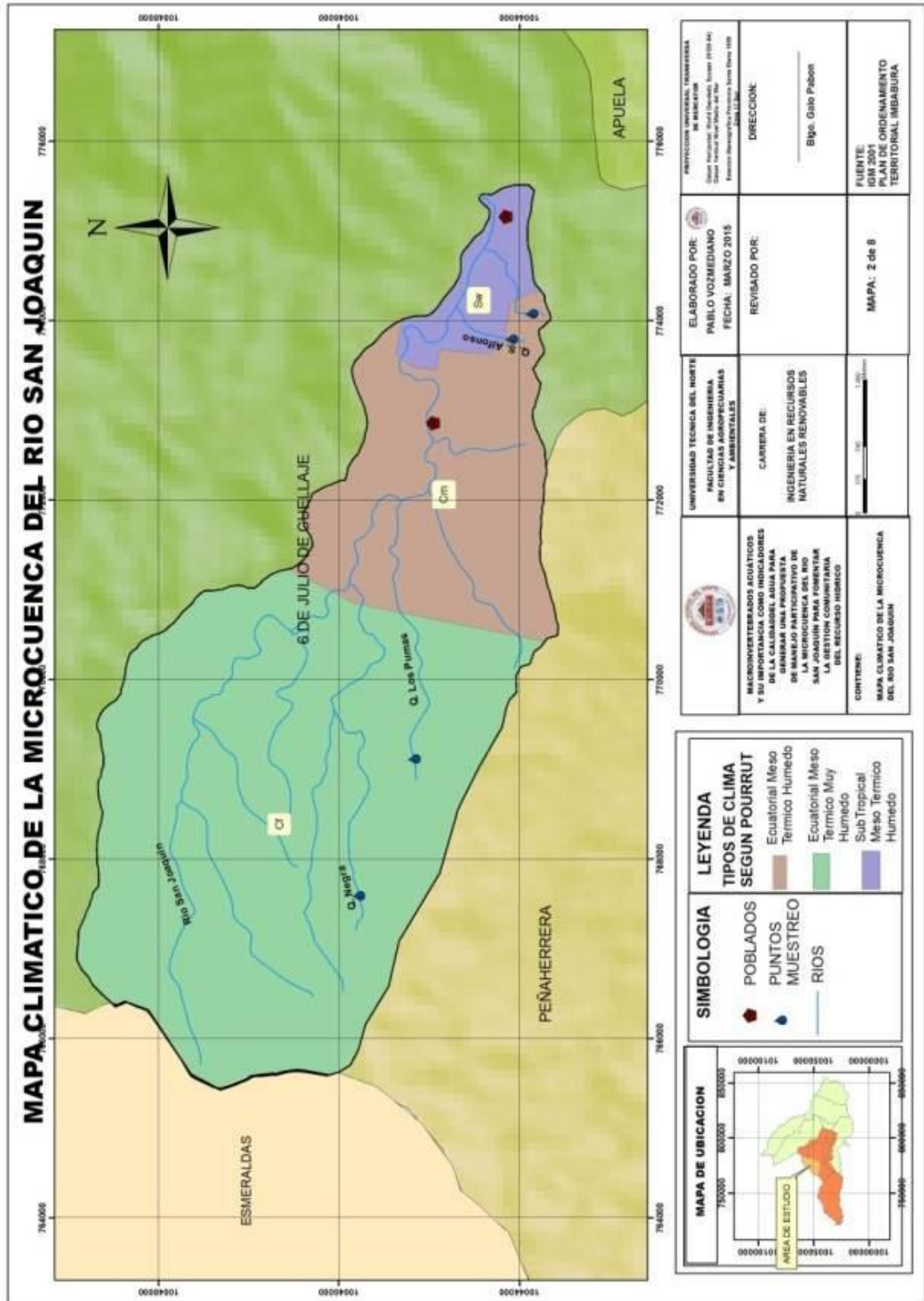
# ANEXOS

Anexo 1.- Mapa de ubicación de la microcuenca del Río San Joaquín

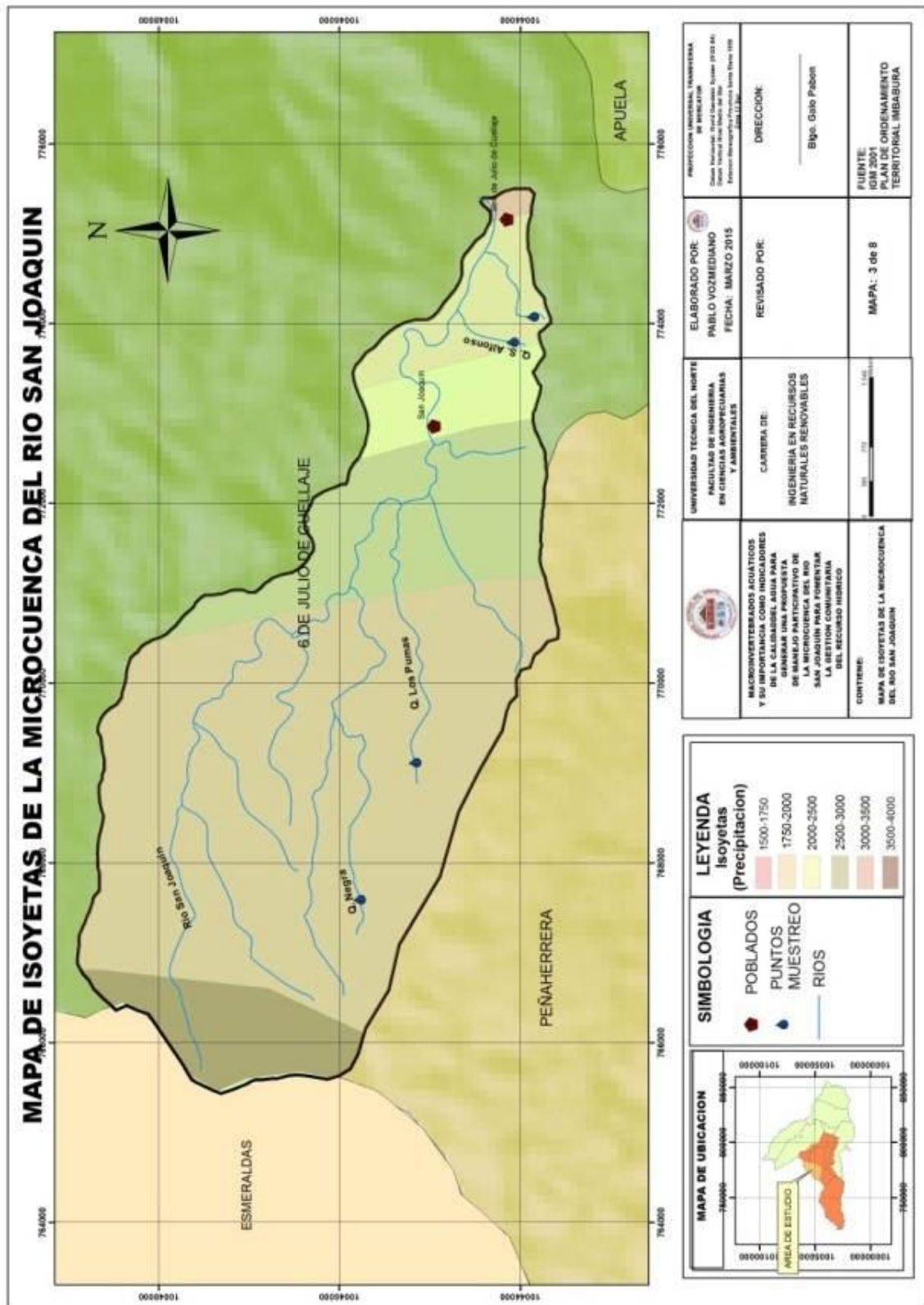




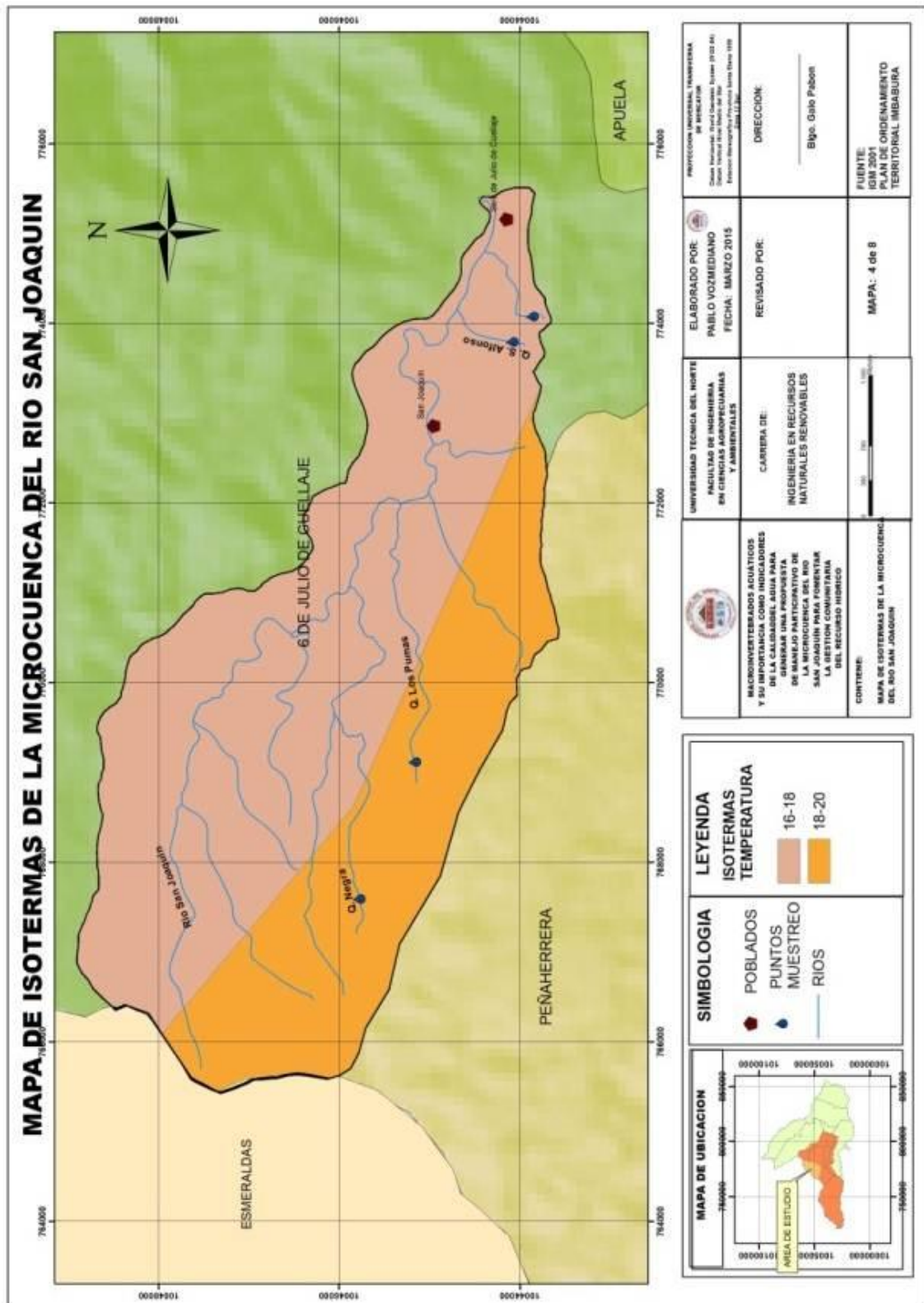
## Anexo 2.- Mapa climático de la microcuenca del Río San Joaquín



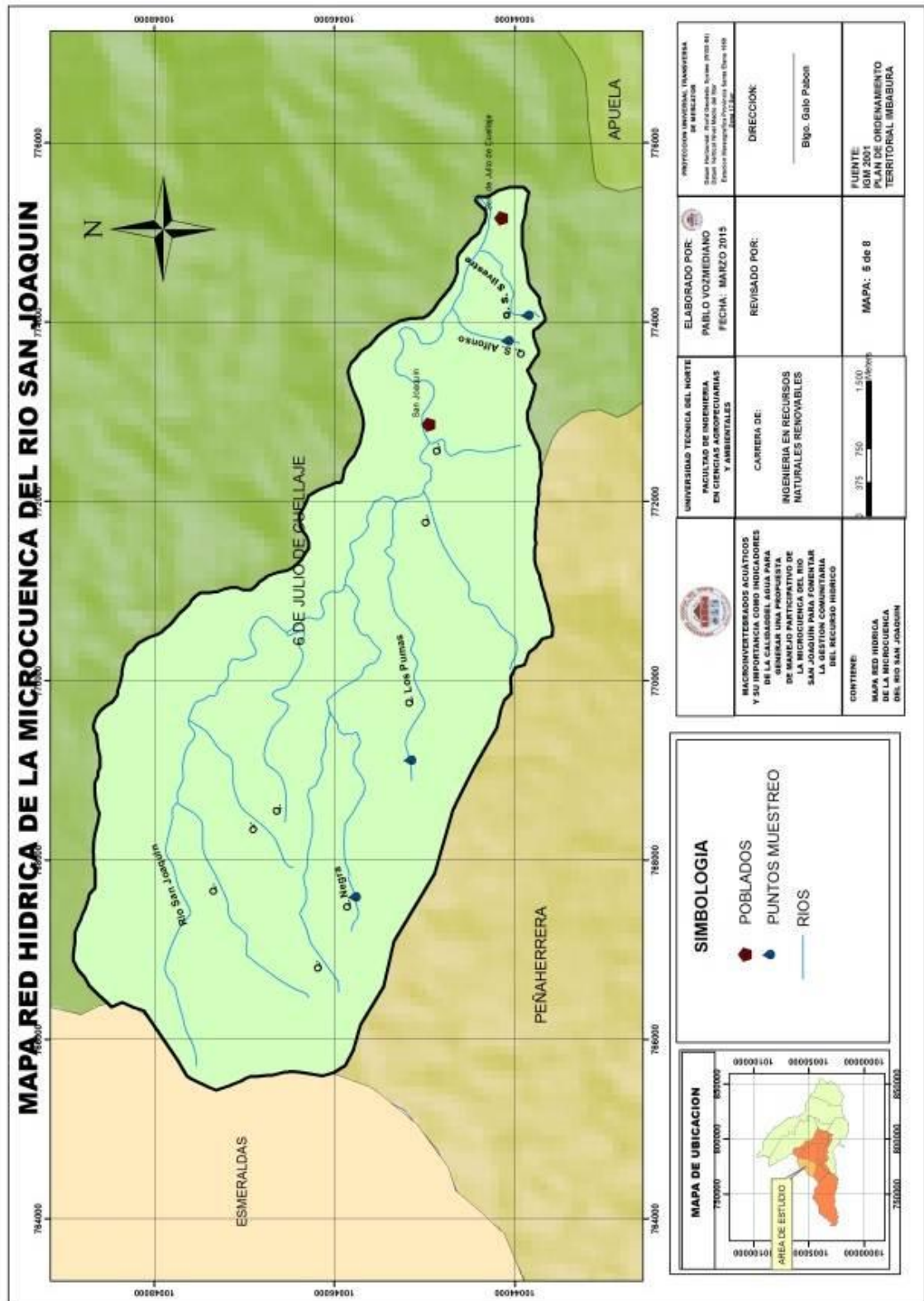
### Anexo 3.- Mapa de isoyetas de la microcuenca del Río San Joaquín



## Anexo 4.- Mapa de isotermas de la microcuenca del Río San Joaquín

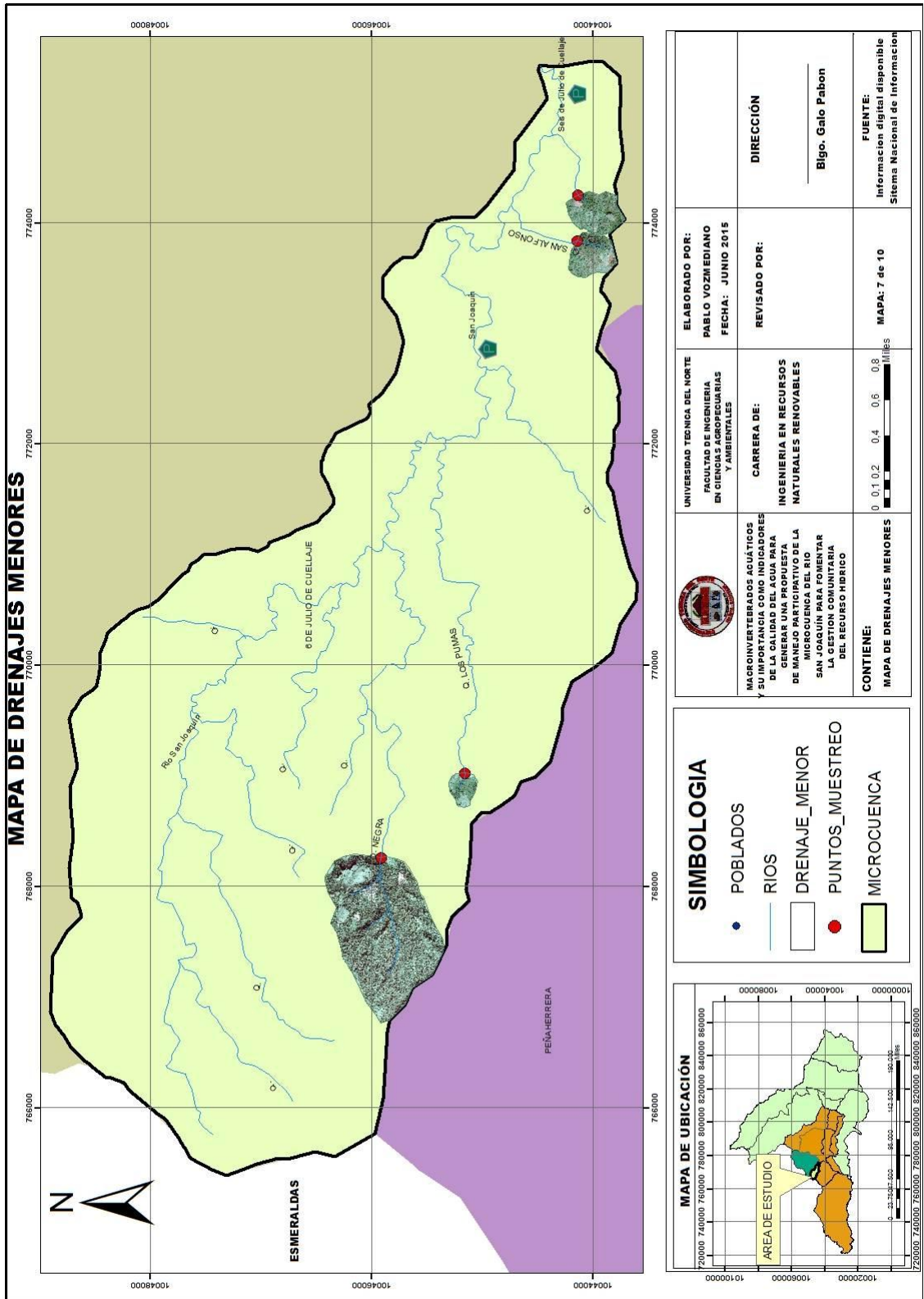


## Anexo 5.- Mapa de la red hídrica de la microcuenca del Río San Joaquín





# Anexo 7.- Mapa de Drenajes menores



**MAPA DE DRENAJES MENORES**

	<p><b>ELABORADO POR:</b> PABLO VOZMEDIANO</p> <p><b>FECHA:</b> JUNIO 2015</p>	<p><b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE</b> EN CIENCIAS INGENIERÍAS Y AMBIENTALES</p>	<p><b>CARRERA DE:</b> INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES</p>	<p><b>DIRECCIÓN</b>  Bigo. Galo Fabon</p>
<p><b>MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS Y SU IMPORTANCIA COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA GENERAR UNA PROPUESTA DE MICROCUENCA DEL RÍO SAN JOAQUÍN PARA FOMENTAR LA GESTIÓN COMUNITARIA DEL RECURSO HÍDRICO</b></p>	<p><b>CONTIENE:</b> MAPA DE DRENAJES MENORES</p>	<p>0 0.1 0.2 0.4 0.6 0.8 Kilómetros</p>	<p><b>MAPA: 7 de 10</b></p>	<p><b>FUENTE:</b> Información digital disponible Sistema Nacional de Información</p>

**SIMBOLOGIA**

- POBLADOS
- RÍOS
- DRENAJE\_MENOR
- PUNTOS\_MUESTREO
- MICROCUENCA

