



**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA  
MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO DE LA PROVINCIA DE  
CHIMBORAZO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS  
ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:  
**INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL.**

**AUTORA: LESLY PETA REINOSO AGUIRRE**

**TUTOR: ING. ANDRÉS BELTRÁN**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2016**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS**

El Tribunal de Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO MEDIANTE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES”, de responsabilidad de la señorita Lesly Peta Reinoso Aguirre, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal de Trabajo de Titulación, quedando autorizada su presentación.

**NOMBRE**

**FIRMA**

**FECHA**

Ing. Andrés Beltrán

**TUTOR DE TRABAJO  
DE TITULACIÓN**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Dra. Cumandá Carrera

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**NOTA DE TRABAJO DE TITULACION**

\_\_\_\_\_

Yo, Lesly Peta Reinoso Aguirre, declaro que el presente trabajo, de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 1 de Abril del 2016.

---

Lesly Peta Reinoso Aguirre

Cedula de Identidad 0604045070

## DEDICATORIA

Con inmenso cariño quiero dedicar este trabajo a mis compañeros de vida, a quienes me dieron la mano en los días grises, y en los más soleados sonrieron conmigo.

A mis papis, que han sido el pilar fundamental, para cumplir esta meta, por todo su esfuerzo, dedicación, por su amor, su entrega y ayuda diaria; todo lo logrado es gracias a ellos.

A mi mami, mi inmenso apoyo, mi amiga, mi ángel de la guarda; mi ejemplo de lucha, paciencia y perseverancia; a la segunda madre de mi hijo, por tanto y tanto amor brindado.

A mi papi, por tantas enseñanzas, por su apoyo incondicional y los concejos; por ser mi maestro de vida, por ayudarme a crecer, a madurar; al segundo padre de mí bebe.

A mi Gael, el sol de mis días, quien me ha enseñado que la vida es un camino lleno de misterios y que con paciencia y fe llegas a ver la luz más pronto de lo que te imaginas; a mi hijo; mi alegría, mi impulso, mi paz; a mi niño que me ha hecho conocer la felicidad más grande y el amor más puro; a ti mi vida.

A mi hermano, Jairo, mi amigo, mi compañero que con sus bromas, concejos, enseñanzas y tiempo compartido ha hecho de mi camino un dulce, destellante e inolvidable caminar; a quien le debo la mayor parte de mis risas y peleas, en quien siempre tendré un apoyo, a ti, el tío más dulce.

A Alex, mi amigo, mi compañero, mi gran amor; por hacerme ver la vida de otra manera; porque hemos crecido juntos, por ser mi refugio, por prestarme sus alas para volar.

A mis abuelitos, que han sido otros padres para mí, con sus bromas, concejos, detalles, historias, con su gran ternura, con cada día compartido con ellos, me han enseñado que no hay riqueza más grande que una familia unida, que lo más valioso que puedes regalar a una persona es su tiempo, y ellos día a día me lo han dado, dejando una huella imborrable en mi camino y el de mi hijo.

A Carlitos Arturo y Guillermo Valdemar, sé que me están cuidando desde allá arriba, y están celebrando este acontecimiento conmigo; siempre me robaran un suspiro, mirando al cielo.

*Lesly*

## AGRADECIMIENTO

Un profundo agradecimiento:

A mis padres, por su inmenso amor, sacrificio y apoyo incondicional; todo cuanto soy se los debo a ellos

Al Ing. Andrés Beltrán, por su tiempo, cooperación y conocimientos brindados para lograr la culminación este trabajo.

A la Dra. Cumandá Carrera por su colaboración y gran ayuda durante el desarrollo de este trabajo.

A la Ing. Karina Bautista técnica del GADPCH, por el apoyo, comprensión y su significativa ayuda para alcanzar esta meta.

A toda mi familia y amigos, que de una u otra forma colaboraron para lograr este objetivo.

*Lesly*

## TABLA DE CONTENIDO

INDICE.....	vi
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	3
1.1 Cuenca hidrológica.....	3
1.2 Cantidad y calidad de agua.....	7
1.2.1 Caudal.....	7
1.2.2 Calidad de agua.....	8
1.2.3 Índices en general.....	8
1.2.4 Índice de calidad de agua.....	9
1.3 Macroinvertebrados acuáticos.....	13
1.3.1 Hábitat de los macroinvertebrados.....	15
1.3.2 Alimento de los macroinvertebrados.....	15
1.3.3 Los macroinvertebrados como bioindicadores.....	16
1.4 Método BMWP para Colombia (BMWP/Col).....	21
1.5 Índice de Shannon Wiener.....	22
1.6 Coeficiente de similitud de Jaccard.....	22
1.7 Marco Referencial.....	22

## CAPITULO II

<b>2.</b>	<b>Marco Metodológico</b> .....	23
<b>2.1.</b>	<b>Contacto con instituciones de apoyo</b> .....	24
<b>2.2</b>	<b>Recopilación de Información</b> .....	24
<b>2.2.1</b>	<i>Clima</i> .....	24
<b>2.2.3</b>	<i>Uso actual del suelo</i> .....	25
<b>2.2.4</b>	<i>Hidrología</i> .....	25
<b>2.2.5</b>	<i>Servicios Básicos</i> .....	25
<b>2.3</b>	<b>Socialización</b> .....	25
<b>2.4</b>	<b>Cartografía</b> .....	25
<b>2.5</b>	<b>Determinación de puntos de monitoreo</b> .....	26
<b>2.6</b>	<b>Parámetros analizados</b> .....	26
<b>2.7</b>	<b>Recolección de muestras y medición</b> .....	27
<b>2.7.1</b>	<i>Parámetros Físico Químicos</i> .....	27
<b>2.7.2</b>	<i>Macroinvertebrados</i> .....	28
<b>2.7.3</b>	<b>Caudal</b> .....	31

## CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>Marco de resultados, discusión y análisis de resultados</b> .....	33
<b>3.1</b>	<b>Información secundaria obtenida</b> .....	33
<b>3.1.1</b>	<i>Microcuenca del Rio Blanco</i> .....	33
<b>3.1.2</b>	<i>Clima</i> .....	33
<b>3.1.3</b>	<i>Uso actual del suelo</i> .....	33
<b>3.1.4</b>	<i>Hidrología</i> .....	34
<b>3.1.5</b>	<i>Servicios Básicos</i> .....	34
<b>3.1.6</b>	<i>Información cartográfica</i> .....	35

<b>3.2</b>	<b>Socialización con la comunidad.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3</b>	<b>Determinación de puntos de monitoreo.....</b>	<b>35</b>
<b>3.4</b>	<b>Cartografía realizada.....</b>	<b>38</b>
<b>3.5</b>	<b>Resultados de parámetros físico químicos.....</b>	<b>38</b>
<b>3.6</b>	<b>Resultados de macroinvertebrados.....</b>	<b>45</b>
<b>3.7</b>	<b>Macroinvertebrados por punto de monitoreo.....</b>	<b>60</b>
<b>3.8</b>	<b>Macroinvertebrados Totales en el Monitoreo.....</b>	<b>64</b>
<b>3.9</b>	<b>Índice de Shannon Wiener.....</b>	<b>66</b>
<b>3.10</b>	<b>Coefficiente de Similitud de Jaccard.....</b>	<b>67</b>
<b>3.11</b>	<b>Resultados de caudal.....</b>	<b>68</b>
<b>3.12</b>	<b>Análisis Estadístico.....</b>	<b>70</b>
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>71</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>73</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1	Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua.....	17
Cuadro 2-1	Macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas de baja calidad.....	19
Cuadro 1-2	Metodo de medicion de parametros Fisico Quimicos.....	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1	Entradas, procesos y salidas del ecosistema cuenca hidrográfica.....	4
Figura 2-1	La cuenca hidrográfica como sistema, sus elementos e interacciones.....	5
Figura 2-1	Tipos de cuencas según el punto de salida.....	6
Figura 3-1	Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca.....	7
Figura 4-1	Partes de un macroinvertebrado acuático.....	14

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3	Grafico de la variación de temperaturas del agua obtenidas durante el monitoreo.....	38
Gráfico 2-3	Grafico de la variación de pH durante el monitoreo.....	39
Gráfico 3-3	Grafico de la variación de conductividad eléctrica durante el monitoreo.....	40
Gráfico 4-3	Grafico de la variación de TDS durante el monitoreo.....	41
Gráfico 5-3	Grafico de la variación de salinidad durante el monitoreo.....	42
Gráfico 6-3	Grafico de la variación de oxígeno disuelto durante el monitoreo.....	43
Gráfico 7-3	Familias presentes en cada punto de monitoreo.....	63
Gráfico 8-3	Grafico de la variación de caudales durante el monitoreo.....	65
Gráfico 9-3	Gráfico de sedimentación.....	67

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Índice de Shannon Wiener.....	30
Ecuación 2	Coefficiente de similitud de Jaccard.....	31
Ecuación 3	Velocidad media.....	32
Ecuación 4	Área.....	32
Ecuación 5	Caudal.....	32

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2	Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BMWP/Col.....	29
Tabla 2-2	Clases de calidad de agua según el índice BMWP/Col.....	30
Tabla 3-2	Clasificación que se da a las aguas contaminadas según el índice de Shannon Wiener.....	30
Tabla 1-3	Uso actual del suelo.....	33
Tabla 2-3	Puntos de monitoreo de la microcuenca.....	36
Tabla 3-3	Valores de temperatura obtenidos durante el monitoreo.....	38
Tabla 4-3	Valores de pH obtenidos durante el.....	39
Tabla 5-3	Valores de conductividad eléctrica obtenidos durante el monitoreo.....	40
Tabla 6-3	Valores de Total de Sólidos Disueltos obtenidos durante el monitoreo.....	41
Tabla 7-3	Valores de Salinidad obtenidos durante el monitoreo.....	42
Tabla 8-3	Valores de Oxígeno Disuelto obtenidos durante el monitoreo.....	43
Tabla 9-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Junio.....	44
Tabla 10-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Junio.....	45
Tabla 11-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Junio.....	45
Tabla 12-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Junio.....	46
Tabla 13-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Junio.....	46
Tabla 14-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Julio.....	47

Tabla 15-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Julio. ....	47
Tabla 16-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Julio.....	48
Tabla 17-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Julio.....	48
Tabla 18-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Julio.....	49
Tabla 19-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Agosto.....	49
Tabla 20-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Agosto.....	50
Tabla 21-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Agosto.....	50
Tabla 22-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Agosto.....	51
Tabla 23-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Agosto.....	51
Tabla 24-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Septiembre. ....	52
Tabla 25-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Septiembre.....	52
Tabla 26-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Septiembre.....	53
Tabla 27-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Septiembre.....	53

Tabla 28-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Septiembre.....	54
Tabla 29-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Octubre.....	54
Tabla 30-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Octubre.....	55
Tabla 31-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Octubre. ....	55
Tabla 32-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Octubre.....	56
Tabla 33-3	Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Octubre.....	56
Tabla 34-3	Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-01, durante el monitoreo.....	57
Tabla 35-3	Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-02, durante el monitoreo. ....	58
Tabla 36-3	Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-03, durante el monitoreo.....	59
Tabla 37-3	Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-04, durante el monitoreo. ....	60
Tabla 38-3	Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-05, durante el monitoreo.....	61
Tabla 39-3	Total de individuos encontrados, durante el monitoreo.....	62
Tabla 40-3	Resultados del índice de Shannon.....	63
Tabla 41-3	Resultados del coeficiente de similitud de Jaccard.....	64
Tabla 42-3	Resultados de caudal, durante el monitoreo. ....	64
Tabla 43-3	Matriz de correlaciones entre todos los parámetros.....	66
Tabla 44-3:	Extracción del número óptimo de factores.....	66

Tabla 45-3:	Rotación de la solución.....	67
Tabla 46-3:	Puntuaciones de los sujetos en las nuevas .....	68

## **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo de titulación fue la evaluación de la calidad del agua del Río Blanco utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, para lo cual fue empleado el índice BMWP/Col, complementariamente se midieron parámetros fisicoquímicos y caudal, adicional a esto se aplicaron los índices de diversidad de Shannon-Wiener y Jaccard; para esto se determinaron 5 puntos de monitoreo en el Río Blanco, donde se efectuaron 5 monitoreos mensuales durante el periodo junio-octubre del 2015. Los parámetros fisicoquímicos fueron medidos en el campo mediante un medidor multiparámetros y un medidor de oxígeno disuelto, por otra parte la recolección de macroinvertebrados se realizó con una red tipo D-net. Los datos obtenidos se clasificaron por punto y mes de monitoreo, para cada parámetro, con estos, y en conjunto con tablas, límites y directrices pertenecientes a cada índice aplicado se obtuvo como resultado que: mediante el índice BMWP/Col, en el primer punto de monitoreo existe una calidad de agua aceptable, en el segundo y cuarto punto de monitoreo, se tiene una calidad de agua dudosa, en el tercero y quinto punto de monitoreo se presenta una calidad de agua crítica, con el empleo del índice de Shannon se muestra que el primer punto de monitoreo posee mayor diversidad lo contrario que indica el quinto punto de monitoreo; por otra parte el índice de Jaccard nos muestra que entre todos los puntos de monitoreo existe similitud entre las familias de macroinvertebrados encontrados. Mediante un promedio total, se determinó que la calidad de agua del Río Blanco es dudosa que refiere a aguas moderadamente contaminadas, además que las familias de macroinvertebrados se ven influenciadas directamente por la temperatura, caudal y punto de monitoreo. Se recomienda desarrollar y socializar investigaciones sobre la calidad del agua en el Ecuador mediante macroinvertebrados, para llegar a una metodología propia para nuestro país.

**PALABRAS CLAVES:** <MICROCUCENCA RÍO BLANCO > <CALIDAD DEL AGUA>  
<MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS> <ÍNDICE BIÓTICO> <BIOINDICADORES>  
<ÍNDICE BMWP/Col>

## **ABSTRACT**

The aim of this research work was to evaluate water quality of “Rio Blanco” by using aquatic macro invertebrates as bio-indicators, for which used the BMWP/Col index measuring physicochemical parameters and flow. In addition applied diversity indices such as: Shannon – Wiener and Jaccard, besides it determined five monitoring points on Rio Blanco with 5 monthly monitoring during the period June to October 2015. The physicochemical parameters were measured in the field using a Multi Parameter meter and a dissolved oxygen meter. On the other hand, the macroinvertebrate collection was performed with D-net. The data obtained were classified by point and month monitoring for each parameter with value tables, limits and guidelines according to each index applied thus obtaining some results: With the use of index BMWP/Col, noticed that in the first point monitoring exist an acceptable quality of water, in the second and fourth point of monitoring obtained water of dubious quality, in the third and fifth monitoring point present critical water quality, but with the use of Shannon index shows that the first monitoring point possess more diversity than the fifth point of monitoring. According to the both monitoring points Jaccard index shows that exist similarities between families of macroinvertebrates found. By an overall average, it determined that Rio Blanco contains water of dubious quality due to its water is moderately polluted, also macroinvertebrate families are influenced directly by temperature, flow and monitoring point. It recommends developing and socializing research on water quality in Ecuador through macroinvertebrate to reach a methodology proper for our country.

**KEYWORDS:** RIVER BASIN, RIO BLANCO, WATER QUALITY, MACROINVERTEBRATE, BIOTIC INDEX, BIOINDICATORS, INDEX BMWP/Col.

## INTRODUCCION

El agua dulce siendo esencial para la vida; es limitada en nuestro planeta y la calidad de esta, se encuentra sometida a una presión constante. Además de ser un tema de interés mundial; cada día, se vierten millones de toneladas de aguas residuales a las aguas de todo el mundo; cada año, mueren más personas debido al agua no apta para consumo que a causa de todo tipo de violencia, siendo los más afectados niños menores de cinco años. (OMS, 2015, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>)

En la actualidad los seres humanos tenemos un estilo de vida consumista y despreocupado del ambiente, por lo que entre otras consecuencias existe una disminución de fuentes hídricas debido a su mal uso y a la contaminación presente; es por esto que las cuencas que no son habitadas por los seres humanos, y no se incorporan a la producción, se convierten en reservorios de biodiversidad que se deben estudiar para tratarlos y conservarlos de la mejor manera.

La microcuenca del Río Blanco se encuentra ubicada en la región sierra, en los cantones Riobamba y Penipe pertenecientes a la provincia de Chimborazo; limita al norte con el cantón Penipe, al Sur con el cantón Chambo, al este con el Parque Nacional Sangay y al oeste con la asociación Chiniloma. Actualmente la ocupación de la microcuenca pertenece a: zonas agrícolas o ganaderas, asentamientos humanos, paramos, bosques nativos, zonas forestales, fuentes hidrológicas y cauces naturales. (GADPCH, 2013, p.14)

La propuesta de la investigación se deriva de la escasa información sobre la calidad de agua del Río Blanco por ello la presente investigación se orienta a conseguir y difundir datos reales y confiables de la misma mediante la utilización de macroinvertebrados, con el método BMPW/Col; a través de muestreos periódicos.

Según las Naciones Unidas dentro de las posibles soluciones a la contaminación y reducción de fuentes de agua dulce se encuentra el mejorar la información sobre la calidad de agua; abordando temas como la utilización de herramientas fiables, rápidas y económicas de muestreo, además de tecnología e instituciones de intercambio de información. (OMS, 2015, <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>)

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

- Evaluar la calidad del agua del Río Blanco de la provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar puntos de monitoreo representativos en el Río Blanco.
- Determinar la calidad del agua del Río Blanco, mediante el índice biológico BMWP/Col.
- Evaluar la diversidad de macroinvertebrados en la microcuenca del Río Blanco.

# CAPITULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 Cuenca hidrológica

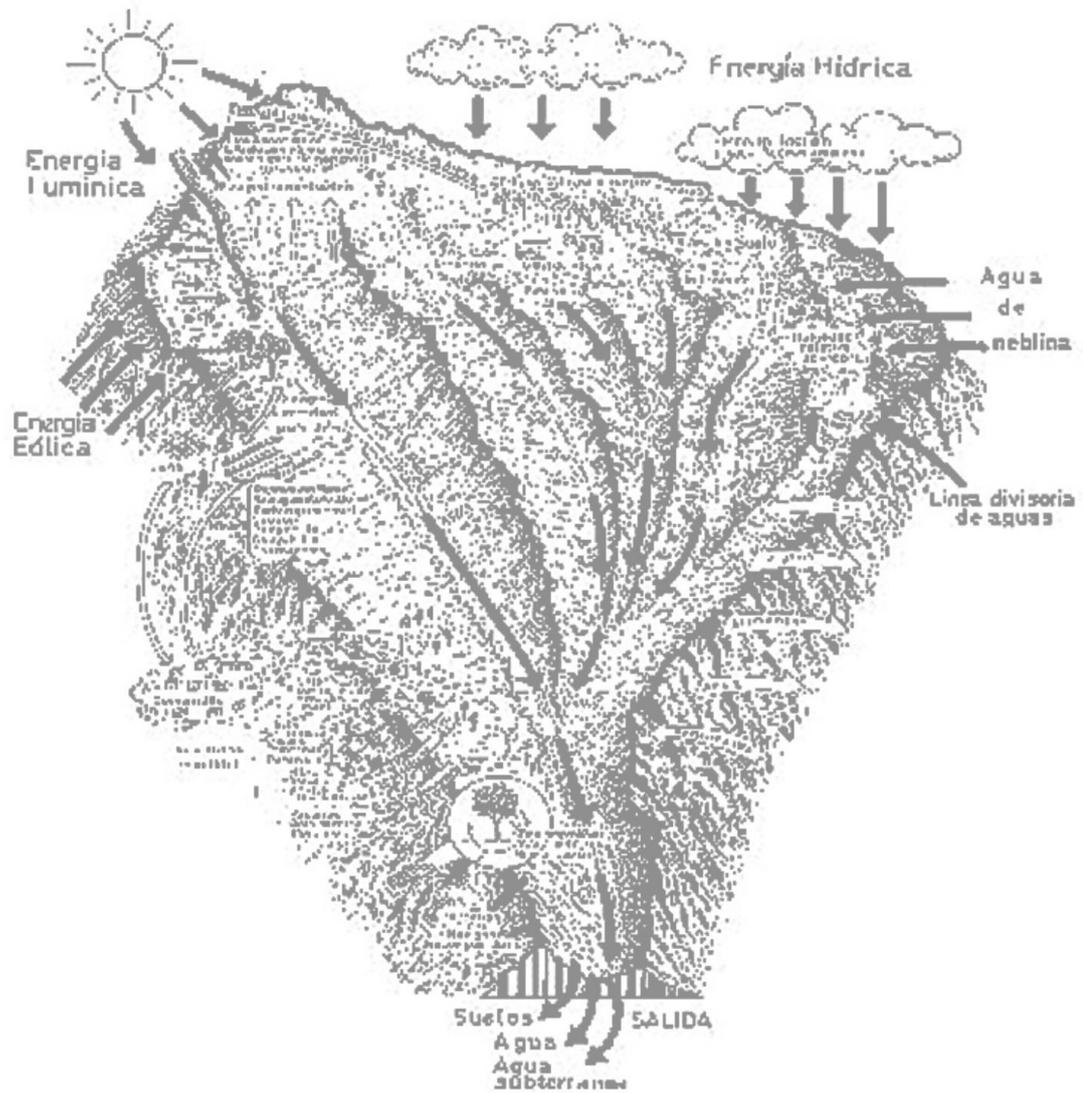
Es el territorio compuesto por un sistema hídrico en la cual el agua proveniente de las lluvias se transfiere a las zonas bajas de este territorio mediante un sistema de drenaje, que concentra sus aguas en un colector y este las descarga a otras cuencas, o al océano; esta superficie se encuentra demarcada por la línea divisoria de aguas. (Breña y Jacobo, 2006: p.23)

Dentro de la cuenca hidrográfica están presentes recursos naturales e infraestructura establecida por el hombre, desarrollándose así sus actividades que generan consecuencias positivas y negativas para el bienestar de sus habitantes. Todos los lugares de la tierra, pertenecen a una cuenca hidrográfica. (Carrie, 2012, p.9)

Hoy en día el concepto que se tenía de la cuenca desde una perspectiva hidrológica ha sufrido una evolución hasta llegar a una perspectiva integral de la misma, en la cual a más de la interacción hidrológica, sobresalen otros aspectos ya sean culturales, socioeconómicos, productivos, etc. Mismos que demarcan al humano como el eje central para el manejo de la cuenca hidrológica. (Zury, 2008, p.65)

Al tratar a la cuenca de esta manera, se establece que esta es un sistema interconectado, al cual se lo debe concebir como una unidad de planificación, misma que puede ser manejada o investigada para el beneficio de sus habitantes y poblaciones.

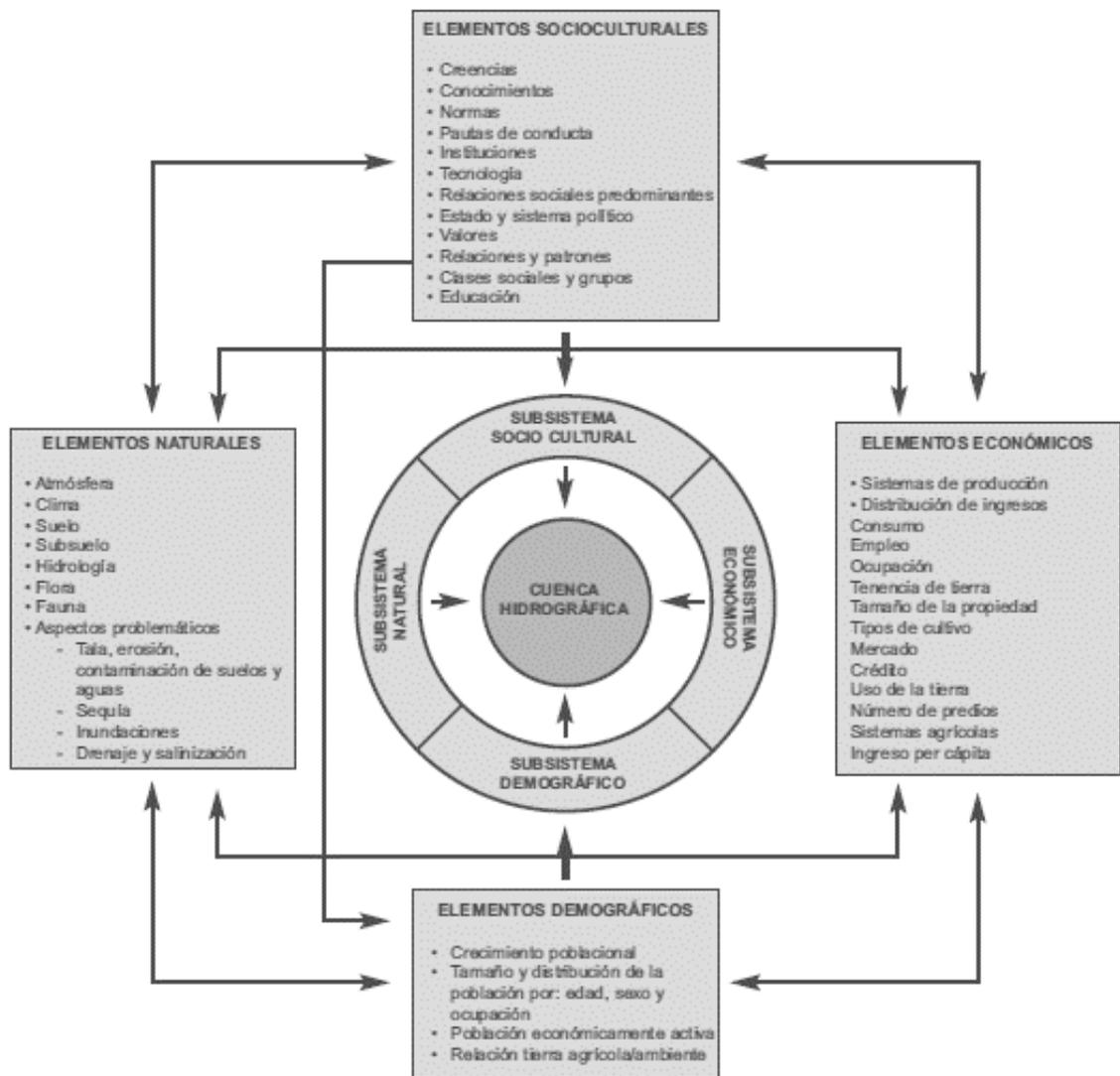
Para el manejo y ordenamiento de la cuenca se la establece como una unidad integrada por subcuencas y estas por microcuencas. A continuación se muestra la cuenca con sus diversos componentes. (Zury, 2008, p.60)



**Figura1-1:** Entradas, procesos y salidas del ecosistema cuenca hidrográfica.

Fuente: Zury, 2008, p.60

Dentro de la estructura de una cuenca hidrográfica podemos encontrar las particularidades de un sistema, así como son la entrada y salida de energía, límites, estructura interna jerarquizada, objetivos, etc. (Zury, 2008, p.61)



**Figura2-1:** La cuenca hidrográfica como sistema, sus elementos e interacciones

Fuente: Zury, 2008, p.60

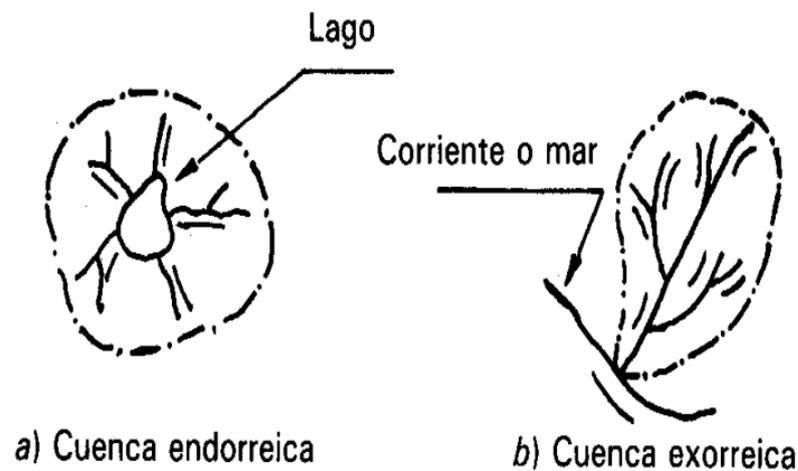
La cuenca hidrográfica, concebida como sistema, se encuentra compuesta por los subsistemas siguientes:

- Físico:** constituido por suelo, subsuelo, recursos hídricos y clima.
- Biológico:** constituido por la flora, la fauna, y los cultivos.
- Económico:** compuesto por todas las actividades productivas que realiza el hombre.
- Social:** compuesto por servicios básicos, salud, educación, vivienda, etc.

De acuerdo a la actividad antropológica y al medio en el que se encuentra la cuenca, varía la presentación de los elementos formadores de los subsistemas. (Zury, 2008, p.62)

Tomando en cuenta el punto de salida de la cuenca existen fundamentalmente 2 tipos de cuencas:

- a) **Endorreicas:** el punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago
- b) **Exorreicas:** su punto de salida está en los límites de las cuencas y está en otra corriente o mar. (Breña y Jacobo, 2006: p.23)



**Figura 2-1:** Tipos de cuencas según el punto de salida

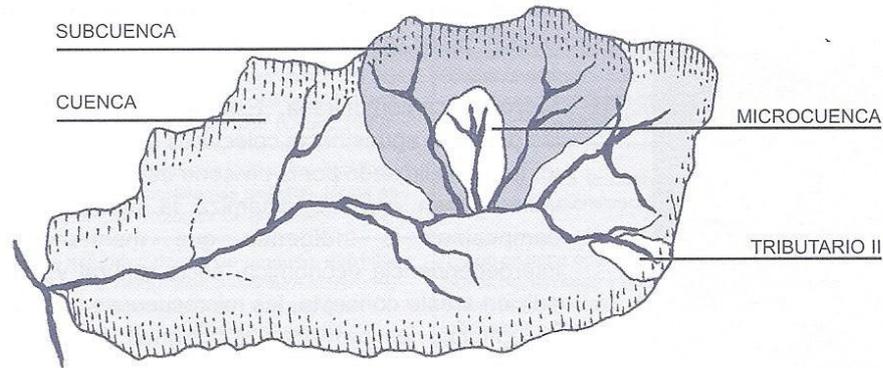
Fuente: Breña y Jacobo, 2006: p.23

#### ➤ Unidades de la cuenca hidrológica

De acuerdo a clasificaciones hidrológicas, dentro de la cuenca existen unidades menores que la conforman:

- a) **Subcuencas:** unidades intermedias que poseen entre 150 a 1000 km<sup>2</sup>, donde las aguas superficiales y subterráneas alimentan a las cuencas, por lo general las componen aquellas cuencas de segundo orden en adelante.
- b) **Microcuencas:** unidades formadoras de la subcuenca, forman el espacio práctico donde se ejecutan los proyectos diseñados para la cuenca y subcuenca. Varios autores concuerdan que los tamaños de las microcuencas se encuentra entre los 15 y 150 km<sup>2</sup>.

- c) **Tributarios:** llamados así desde un punto de vista teórico, mientras que los campesinos las denominan quebradas, vertientes u ojos de agua; son unidades menores que se encuentran en el interior de las microcuencas. (Zury, 2008, pp.63-64)



**Figura 3-1:** Croquis de tamaños relativos de cuenca, subcuenca y microcuenca

Fuente: Zury, 2008, p.66

## 1.2 Cantidad y calidad de agua

### 1.2.1 Caudal

El caudal de un río hace referencia a la cantidad de agua que atraviesa una sección transversal; este es expresado en unidades de volumen por unidades de tiempo.

Este puede ser medido por distintos métodos muy variados; el mismo que tiene que ser elegido de acuerdo a las condiciones que presenta cada sitio. (Organización Meteorológica Mundial, 1994, p. 147)

#### ➤ Método del Flotador

Este método relaciona la velocidad de escurrimiento con el área de la sección que atraviesa el agua; es un método de campo rápido y sencillo. (Chamorro, 2011, p.6)

Con este es posible calcular las velocidades superficiales de la corriente de agua, mediante la utilización de flotadores, pudiendo utilizarse como tal cualquier cuerpo pequeño que tenga la capacidad de flotar, y no ofrezca gran residencia al contacto con el aire; como un corcho, madera, botellas, etc. La base de este método se rige a que los objetos en el agua se movilizan a la misma velocidad que posee el cuerpo de agua. (Chamorro, 2011, p.5)

### **Para su determinación:**

- a) Se selecciona una parte del canal, la cual tiene que ser recta, de sección transversal uniforme y el agua tiene que transcurrir libremente, su longitud se debe encontrar entre los 10 y 30 metros.
- b) Medir el ancho y profundidad del río.
- c) Se marca la longitud determinada en el terreno y se toma el tiempo que el flotador tarda en recorrer dicha distancia.
- d) Se realiza el respectivo cálculo con los datos obtenidos. (Chamorro, 2011, pp.7-9)

### ***1.2.2 Calidad de agua***

Esta hace referencia a las condiciones que una muestra de agua presenta ya sean características químicas, físicas, o biológicas, frente a unas directrices de calidad del agua o estándares de la misma.

Se considera que el agua posee una buena calidad cuando no posee sustancias ni microorganismos peligrosos para quien la consume, además de que no posean características desagradables cuando sean consumidas, como por ejemplo el olor. El agua se caracteriza por ser uno de los medios más importantes para la transmisión de enfermedades, es por esta razón que la calidad del agua posee una gran importancia.

Ya sea el agua superficial o subterránea, su calidad dependerá de factores naturales y antrópicos, siendo estos últimos los más notorios sobre la calidad del agua. (Naciones Unidas, 2014, <http://www.un.org>)

### ***1.2.3 Índices en general***

De una manera general se puede decir que los índices de calidad son instrumentos que nos permiten otorgar un valor de calidad específico al medio, partiendo de análisis realizados de distintos parámetros establecidos.; mismos que nos permiten tener una visión más específica del estado ecológico y del medio biológico que presenta el medio analizado.

- Sintetizan y simplifican datos complejos
- Se pueden expresar numéricamente
- Son más comprensibles al público
- Sus datos son más cortos que los que posee la información bruta

- Estos datos deben ser utilizados de manera crítica y además actualizados de manera periódica. (Reolon, 2010, pp. 7-9)

#### ***1.2.4 Índice de calidad de agua***

Para determinar la calidad de agua, independientemente del probable uso que se le vaya a dar; se parte de la toma de muestras de la misma y se analizan los distintos parámetros o indicadores deseados.

Posteriormente los datos obtenidos son procesados, para dar origen a un valor cuantitativo, que nos permitirá obtener una serie de índices que nos ayudaran a establecer el estado general de las aguas mediante rangos de calidad establecidos.

Estos índices se pueden clasificar fundamentalmente en dos tipos: fisicoquímicos y biológicos. (MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

#### **➤ Índice fisicoquímico**

Este tipo de índice arroja un único valor numérico adimensional, que abarca medidas de varios parámetros individuales; este valor adimensional cambiara de acuerdo al índice utilizado.

(MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

#### **a. Temperatura**

Mide la cantidad de calor que posee un cuerpo; en este caso del agua que depende de los rayos solares que recibe; no obstante se puede ver afectada por diversas variables, entre ellas el aporte directo de aguas industriales.

Dependiendo del valor de la temperatura que posee un cuerpo de agua puede causar alteraciones a la química del mismo y a las funciones de los organismos acuáticos debido a que esta interviene en la cantidad de oxígeno que se puede disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de plantas y metabólica de organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, entre otras, lo que dará como resultado afectaciones a medidas de otros parámetros como pH o conductividad. (Severiche, 2013, p.26)

### **b. pH (potencial de hidrógeno)**

Este parámetro es una forma de expresar la concentración de iones libres de hidrógeno que se encuentran en el agua. Su rango puede variar desde 0 hasta 14, tomando como un valor promedio o neutral al 7; teniéndose un valor mayor a 7, indica un rango básico; mientras que si se tiene un valor menor a 7, indica acidez.

El rango normal para pH en agua, se encuentra de 6 a 9; fuera de este las aguas presentan efectos dañinos para la vida acuática.

El pH se puede ver afectado principalmente por el equilibrio carbónico y la actividad vital de los microorganismos acuáticos como la respiración. (Severiche, 2013, p.12)

### **c. Oxígeno disuelto (OD)**

Se refiere a la cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua. Su determinación es relevante en la dinámica de aguas debido a que su solubilidad es función de distintas variables importantes como temperatura, salinidad, presión, entre otras.

Por lo general para crecer y sobrevivir; los organismos acuáticos necesitan oxígeno, existen algunas especies que requieren altos niveles de oxígeno disuelto (OD) como la trucha y otras especies que no necesitan niveles elevados de oxígeno disuelto (OD) como el bagre.

Se conoce que al existir niveles altos de OD da paso a la presencia de mayor diversidad de especies y un ecosistema más saludable; por lo que en la presencia de niveles bajos de OD pueden representar debilidad en la diversidad, muerte en la vida acuática. (Severiche, 2013, p.28)

### **d. Conductividad Eléctrica**

Es una manera de medir la capacidad que posee una solución acuosa para transportar una corriente eléctrica. La capacidad que esta posee depende de la presencia de iones disueltos, de sus concentraciones, su movilidad, su valencia, temperatura y la viscosidad de la solución.

La conductividad eléctrica permite estimar el contenido total de iones. Gracias a que la corriente eléctrica es transportada por medio de iones en solución, la conductividad aumenta cuando la concentración de iones también aumenta.

Las unidades en que se mide la conductividad son Siemens por metro [S/m] en SI y micromhos por centímetro [mmho/cm] en unidades estándar de EE.UU.

Dentro de sus principales objetivos, se encuentra el verificar el cumplimiento de la legislación vigente, con relación a la conductividad. (Severiche, 2013, p.28)

#### **e. Salinidad**

Esta es una propiedad importante en cuerpos de agua naturales y en aguas que se utiliza dentro de la industria, debido a sus efectos al presentar valores fuera de lo común.

Se refiere al número total de gramos de sales inorgánicas disueltas en 1 Kg de agua de mar. La salinidad promedio del agua de mar es 35% lo que es equivalente a 35 g de sales en 1 Kg de agua de mar.

En sus inicios se refería a la determinación de la masa de sales disueltas en una determinada masa de solución, pero esta determinación tiene dificultades debido a pérdidas de ciertos componentes; hoy en día indirectamente se la determina mediante diferentes métodos, destacándose entre ellos la conductividad debido a que este posee la mayor precisión, pero solo actúa frente a solutos iónicos.

Esta se puede ver afectada debido a la actividad biológica en el agua, y por la exposición de la muestra a la atmósfera ya que esto da paso a la pérdida o ganancia de gases disueltos.

De acuerdo a la cantidad de sales en solución afectan a distintas propiedades importantes del agua como la densidad, tensión superficial viscosidad, presión osmótica, punto de ebullición, punto de fusión y solubilidad de gases. (Severiche, 2013, p.23)

#### **f. Total de sólidos disueltos (TDS)**

Se refiere básicamente a las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) además de cantidades pequeñas de materia orgánica que están disueltas en el agua.

Los niveles de TDS se pueden ver afectados, cuando existe la presencia de agua turbia, algas, corrosión o una eficacia reducida de los productos químicos.

Los sólidos disueltos pueden afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua o un efluente de varias formas. Aguas para el consumo humano, con un alto contenido de sólidos totales disueltos, son por lo general de mal sabor para el paladar y pueden inducir una reacción fisiológica adversa en el consumidor.

Generalmente se presenta que a menor concentración de sólidos disueltos totales se presenta aguas de mejor calidad; por esta razón se puede decir que son tomados como buenos indicadores de agua. (Severiche, 2013, p.54)

### ➤ **Índice biológico**

Se fundamenta en la capacidad que poseen los organismos para reflejar las condiciones ambientales que posee el medio en el que se hallan, mediante un valor numérico este índice muestra el efecto que tiene la contaminación sobre una comunidad biológica. (MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

Es decir que cada especie posee características específicas ecológicas para lograr sobrevivir, y cuando las mismas no se encuentran en un estado óptimo los organismos no se pueden desarrollar y no sobreviven; esta es la razón por la que se puede conceder a las distintas especies un valor numérico que servirá posteriormente para determinar el índice.

Se podría decir que estos índices indican la calidad de un periodo extenso de tiempo tomando en cuenta el periodo de vida que poseen los organismos, la magnitud de colonia, entre otros, y además analizan periodos cortos pero recurrentes de la contaminación presente en el medio.

Los indicadores de estos índices son animales o plantas que viven en un tramo corto del estado biológico del cuerpo de agua. (MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

Los índices biológicos pueden ser de dos tipos:

#### **a. Índices bióticos.**

Se fundamenta en el concepto de que los indicadores son los organismos; por lo general estos índices se aplican específicamente a un tipo de contaminación o región geográfica o para los dos.

Nos dan a conocer el estado ecológico de un cuerpo de agua que ha sido impactado por un proceso de contaminación.

Se lo expresa mediante la asignación de un valor numérico, a la presencia o ausencia de los distintos macroinvertebrados debido a la tolerancia o no a ciertos contaminantes; la suma de los distintos valores obtenidos da como resultado la calidad que presenta el ecosistema. A continuación se presentan varios ejemplos:

- ✓ Biological Monitoring Working Party (BMWP).
- ✓ Índice biótico de Trent (TBI).
- ✓ Índice de Chandler.

(MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

Actualmente de los índices bióticos para macroinvertebrados más populares son los que se basan en el método BMWP (Biological Monitoring Working Party). En este índice se combina el número de taxa totales con un valor de intolerancia o tolerancia. (Prat. 2010, pp. 7, 10,11)

#### **b. Índices de diversidad.**

Estos miden la biodiversidad y la abundancia de especies presentes en un ecosistema.

Manifiestan que existen alteraciones en el total de comunidades, es decir que no es necesario identificar especies o familias además de que no es necesaria información sobre tolerancia como en el índice biótico, por lo que es una ventaja considerando el tiempo y el trabajo.

- ✓ Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H).
- ✓ Índice de diversidad de Simpson-Gini (Y).
- ✓ Índice de Berger-Parker (B).
- ✓ Índice de diversidad de McIntosh.

(MILIARIUM, 2010, <http://www.miliarium.com>)

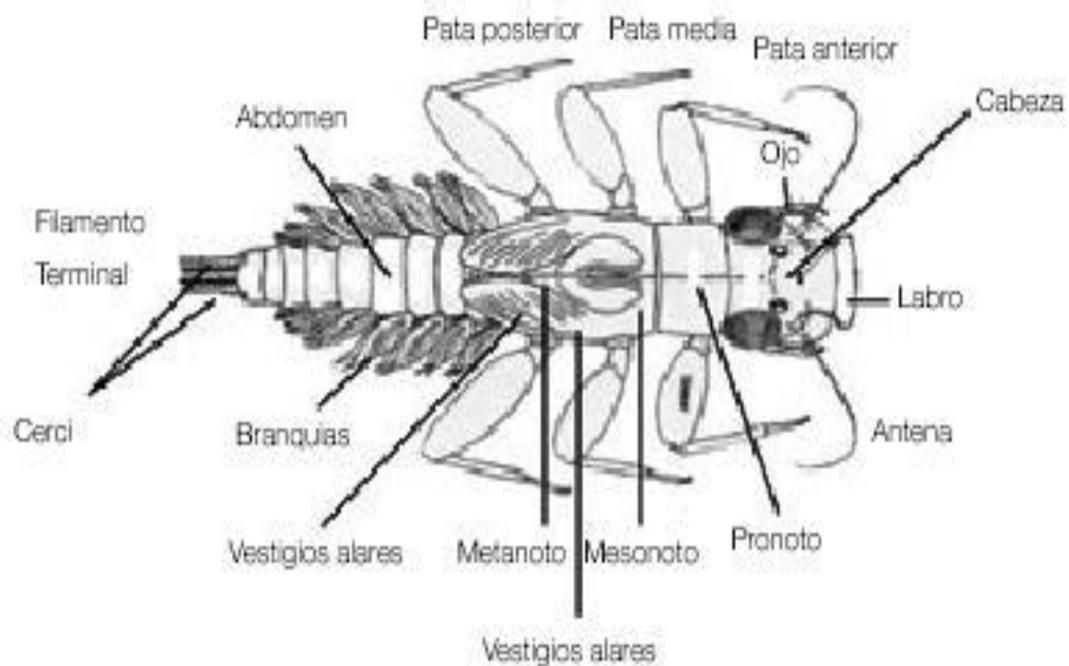
### **1.3 Macroinvertebrados acuáticos**

Los macroinvertebrados acuáticos son aquellos organismos invertebrados de agua, que poseen un tamaño mayor a 0.5mm, se pueden observar a simple vista y viven en agua dulce, ya sea en ríos montañosos con corrientes rápidas o ríos que se mueven lentamente.

Estos organismos se pueden encontrar pegados a troncos, rocas o vegetación inmersos en el río. Muchos de estos cumplen su estadio larval en el agua y su estadio como adultos lo realizan como insectos de vida terrestre; y existen otros grupos como ciertos coleópteros y hemípteros que todo su ciclo vital transcurre en el agua.

Estos macroinvertebrados poseen una importancia única en los cuerpos de agua, debido a que forman parte de la biomasa animal como el componente más importante en muchos tramos del río y su papel es indispensable para el intercambio de energía en la cadena trófica. (Roldán, 2003, pp. 29-30)

Estos organismos son muy útiles ya que nos brindan excelente información sobre la calidad del agua; varios de estos necesitan agua de buena calidad para sobrevivir, por otra parte existen otros que son muy resistentes a alteraciones es decir que se desarrollan y en abundancia mientras hay contaminación. (Gamboa, 2008, p. 109)



**Figura 4-1:** Partes de un macroinvertebrado acuático

**Fuente:** Gamboa, 2008, p. 109

### ***1.3.1 Hábitat de los macroinvertebrados.***

El hábitat se refiere al sitio puntual donde el organismo habita y se desarrolla, el nicho.

Los hábitats acuáticos son muy variados y cada uno de ellos le corresponde una comunidad determinada

Como por ejemplo se tienen:

- Hojas flotantes y sus restos
- Troncos caídos y en descomposición
- Lodo o arena del fondo.
- Sobre o debajo de las piedras.
- Donde el agua es más correntosa y en lagunas, lagos, o aguas estancadas.

(Carrera y Fierro, 2001, p.28)

### ***1.3.2 Alimento de los macroinvertebrados.***

De igual manera que en los ecosistemas terrestres, los acuáticos se desarrollan con base en el principio de comer y ser comido.

Los organismos que son más sensibles a actividades antrópicas, desaparecen mucho antes que los demás, por lo que se da lugar a un desequilibrio en la cadena alimenticia; de esta manera es que ciertos organismos pueden desaparecer debido a que su fuente de alimento desapareció por actividades antrópicas.

Los macroinvertebrados pueden alimentarse de:

- Algas, plantas acuáticas, restos de las mismas.
- Peces.
- Otros invertebrados.
- Restos de comida en descomposición
- Elementos nutritivos del suelo.
- Animales descomponiéndose.
- Elementos nutritivos del agua.
- Sangre de animales.

(Carrera y Fierro, 2001, p.29)

### ***1.3.3 Los macroinvertebrados como bioindicadores***

Se denominan indicadores biológicos o bioindicadores ya que son organismos acuáticos que debido a su presencia o ausencia nos enseñan alguna condición del ecosistema acuático, como puede ser el grado de contaminación. (Carrera y Fierro, 2001, p.30)

Por lo que estos organismos reaccionan cuando las condiciones del cuerpo de agua se ven afectadas y se puede dar paso a efectos contaminantes. Son sensibles a cambios en los parámetros físico químicos como: pH, OD, temperatura, entre otros, además de que muestran sensibilidad ante alteraciones biológicas también.

Su utilización como indicadores de calidad del agua se fundamenta en la manera con la cual los distintos grupos de macroinvertebrados reaccionan ante los cambios ambientales de las condiciones de los cuerpos de agua. (Gamboa, 2008, p.110)

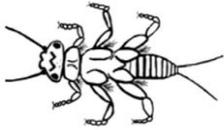
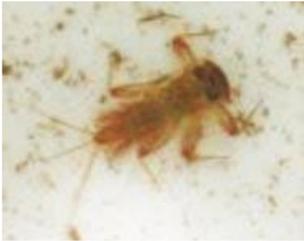
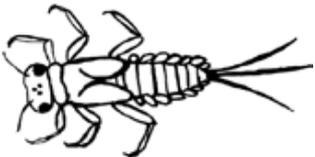
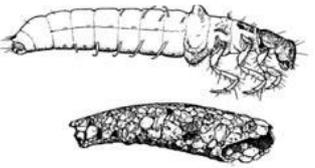
La utilización de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua , cada vez adquieren mayor aceptación por los ecólogos, siendo un método muy utilizado para la evaluación de impactos ambientales ocasionados por trabajos de ingeniería tales como represa o carreteras, que de una u otra forma afectan a los ecosistemas presentes en el agua.

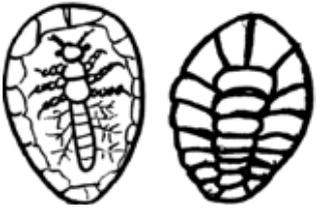
Estos organismos hoy en día son una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, y son muy utilizados como bioindicadores debido a:

- Existen una amplia gama de especies que poseen diversas formas de respuesta a los cambios ambientales.
- Geográfica y ambientalmente poseen una gran distribución
- Mayoritariamente estos son sedentarios, lo que da paso a un análisis espacial de la contaminación.
- Se pueden muestrear con pocos recursos y de manera sencilla.
- Se conoce la sensibilidad de varios taxa a varios tipos de contaminación.

A continuación se resumen en general las características más importantes que poseen los macroinvertebrados usados como bioindicadores de la buena calidad del agua. (Gamboa. et al, 2008, p. 110)

**Cuadro 1-1:** Macroinvertebrados acuáticos indicadores de buena calidad del agua

Orden de insecto	Características	Rasgos clave
<p data-bbox="325 398 512 427">PLECOPTERA</p> 	<p data-bbox="603 344 1091 427">Nombre común: Moscas de las piedras (Familia más común: Perlidae)</p> <p data-bbox="603 450 1091 533">Ciclo de vida: hemimetábolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p data-bbox="603 555 1091 638">Fase indicadora: ninfas. Muy sensibles a la contaminación.</p> <p data-bbox="603 660 1091 743">Alimentación: Ninfas carnívoras en los últimos instares</p> <p data-bbox="603 766 1091 848">Hábitat: Ríos de aguas turbulentas, lechos de grava</p>	<p data-bbox="1115 344 1406 533">Abdomen con un par de cercos sencillos o multiarticulados. Uñas tarsales pares.</p> 
<p data-bbox="304 954 533 983">EFEMEROPTERA</p> 	<p data-bbox="603 954 1091 1088">Nombre común: Efímeras (Familias más comunes: Baetidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Caenidae)</p> <p data-bbox="603 1111 1091 1193">Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas acuáticas y adultos voladores)</p> <p data-bbox="603 1216 1091 1245">Fase indicadora: ninfas</p> <p data-bbox="603 1267 1091 1296">Alimentación: ninfas herbívoras</p> <p data-bbox="603 1319 1091 1348">Hábitat: ríos y lagunas</p>	<p data-bbox="1115 954 1437 1245">Abdomen generalmente con un par de cercos alargados y un filamento central normalmente visible. Uñas tarsales únicas.</p> 
<p data-bbox="328 1491 512 1520">TRICOPTERA</p> 	<p data-bbox="603 1491 1091 1626">Nombre común: Frigáneas (Familias más comunes: Hidropsiphidae, Hidroptilidae, Leptoceridae)</p> <p data-bbox="603 1648 1091 1731">Ciclo de vida: hemimetabolos (ninfas y pupas acuáticas y adultos voladores)</p> <p data-bbox="603 1753 1091 1783">Fase indicadora: ninfas</p> <p data-bbox="603 1805 1091 1888">Alimentación: ninfas depredadoras o herbívoras</p> <p data-bbox="603 1910 1091 1939">Hábitat: ríos, aguas quietas y rápidas.</p>	<p data-bbox="1115 1491 1437 1671">Larvas acuáticas construyen un estuche o refugio que varía según la familia.</p> 

<p style="text-align: center;">ODONATA</p> 	<p>Nombre común: Libélulas, caballitos del diablo (Familias más comunes: Libellulidae, Coenagrionidae)</p> <p>Ciclo de vida: hemimetaboles (larvas acuáticas y adultos voladores)</p> <p>Fase indicadora: larvas</p> <p>Alimentación: ninfas depredadoras</p> <p>Hábitat: ríos de aguas quietas</p>	<p>Ojos compuestos prominentes.</p> <p>Branquias plumosas externas en la parte posterior del abdomen.</p> 
<p style="text-align: center;">COLEOPTERA</p> 	<p>Nombre común: Escarabajos (Familias más comunes: Elmidae, Ptylodactilidae, Pheseniidae, Dytiscidae, Hydrophilidae)</p> <p>Ciclo de vida: holometaboles (larvas, pupas y adultos)</p> <p>Fase indicadora: larvas</p> <p>Alimentación: ninfas herbívoras y depredadoras</p> <p>Hábitat: Amplio rango indicativo: salinidad, zonas lacustres</p>	<p>Patas grandes y caminan por el fondo del agua. Respiran aire con el extremo del abdomen o disponen de apéndices filamentosos (branquias).</p> 
<p style="text-align: center;">DIPTERA</p>  <p style="text-align: center;">Blephariceridae</p>	<p>Nombre común: moscas, mosquitos (Familias más comunes: Simuliidae, Tipulidae, Psychodidae, Dixidae, Athericidae, Blephariceridae).</p> <p>Ciclo de vida: holometaboles (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</p> <p>Fase indicadora: larvas</p> <p>Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras</p> <p>Hábitat: ríos de aguas estancadas.</p>	<p>Larva pequeña con protuberancias a los lados del cuerpo</p>

Fuente: Gamboa. et al, 2008, p. 111

En el siguiente cuadro se muestran macroinvertebrados que fisiológicamente pueden tolerar altos grados de contaminación acuática, por lo que se les considera como buenos indicadores de agua de baja calidad.

**Cuadro 2-1:** Macroinvertebrados acuáticos indicadores de aguas de baja calidad

Orden Díptera	Características	Rasgos clave
<p data-bbox="363 539 580 568">Familia Culicidae</p> 	<p data-bbox="710 546 1070 575">Nombre común: mosquitos.</p> <p data-bbox="710 602 1054 801">Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</p> <p data-bbox="710 824 1007 853">Fase indicadora: larvas</p> <p data-bbox="710 880 1023 965">Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</p> <p data-bbox="710 987 1015 1016">Hábitat: aguas estancadas</p>	<p data-bbox="1112 546 1329 631">Larva ápoda con cabeza reducida.</p> <p data-bbox="1112 658 1401 965">Penachos de pelos en el tubo respirador, por lo que cuelgan de cabeza hacia abajo de la superficie para tomar aire.</p>
<p data-bbox="354 1093 590 1122">Familia Ephydriidae</p> 	<p data-bbox="710 1099 1031 1184">Nombre común: moscas, mosquitos.</p> <p data-bbox="710 1211 1054 1411">Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)</p> <p data-bbox="710 1433 1007 1462">Fase indicadora: larvas</p> <p data-bbox="710 1489 1023 1574">Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.</p> <p data-bbox="710 1597 1015 1626">Hábitat: aguas estancadas</p>	<p data-bbox="1112 1099 1401 1352">Cuerpo alargado con propatas en la mitad del mismo y un penacho de setas en la parte posterior.</p>
<p data-bbox="338 1744 608 1774">Familia Chironomidae</p>	<p data-bbox="710 1751 1031 1836">Nombre común: moscas, mosquitos</p> <p data-bbox="710 1863 1038 2004">Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas,</p>	<p data-bbox="1112 1751 1390 1892">Cuerpo alargado, con un penacho de setas en la parte posterior.</p>

	<p>pupas y adultos voladores)  Fase indicadora: larvas  Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.  Hábitat: aguas estancadas y lóaticas</p>	
<p>Familia Psychodidae</p> 	<p>Nombre común: moscas  Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)  Fase indicadora: larvas  Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.  Hábitat: aguas estancadas y lóaticas</p>	<p>Cuerpo alargado con abundantes setas en todo el cuerpo</p>
<p>Familia Sirfidae</p> 	<p>Nombre común: moscas  Ciclo de vida: holometabolos (huevos, larvas acuáticas, pupas y adultos voladores)  Fase indicadora: larvas  Alimentación: larvas filtradoras y raspadoras.  Hábitat: aguas estancadas y lóaticas</p>	<p>Cuerpo robusto con un tubo respiratorio alargado y delgado</p>

Fuente: Gamboa. et al, 2008, p. 112

#### **1.4 Método BMWP para Colombia (BMWP/Col)**

El BMWP permite estimar la calidad del agua para el estudio de la fauna béntica (macroinvertebrados), en función de la tolerancia frente a la polución orgánica.

El Biological Monitoring Working Party (BMWP) se estableció en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua mediante la utilización de los macroinvertebrados como bioindicadores; principalmente debido al poco presupuesto y tiempo que se necesita invertir.

La bioindicación para el país de Colombia nace en los años setenta gracias a los trabajos de Roldán en 1973, mediante el estudio de los macroinvertebrados como indicadores del grado de contaminación del río Medellín, posterior a este vinieron más estudios y finalmente en 1988 Roldán publicó la primera guía para la identificación de los macroinvertebrados acuáticos en el departamento de Antioquia, su aplicación se comprobó para la mayoría de los países neotropicales.

Posterior a varios estudios realizados en Colombia por distintos autores, se adaptó el sistema del BMWP para evaluar la calidad de agua en este país; dando origen al BMWP/Col; gracia a toda la información y el conocimiento que se tiene sobre los macroinvertebrados hasta el nivel de familia, se ha propuesto utilizar este método como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos del país vecino.

Al utilizar el BMWP/Col, es necesario llegar hasta nivel de familia en el análisis taxonómico de la muestra analizada y se utilizan datos cualitativos es decir se denota con la presencia o ausencia de cada familia; las cuales poseen un grado de sensibilidad que va del 1 al 10.

El 10 indica el grupo más sensible, es decir que la presencia de muchos organismos pertenecientes a familias con valor 10, indica que el río posee aguas limpias, por otra parte si se encuentran organismos resistentes es decir con valores bajos, nos da a conocer que el río tiene aguas contaminadas o de mala calidad.

La suma de todos los puntajes de todas las familias presentes en la muestra analizada nos brinda el puntaje total BMWP/Col; con el cual se puede determinar la clase de agua que se encontró. (Roldán, 2003, pp.29-31)

### **1.5 Índice de Shannon Wiener**

Pertenece a los índices de diversidad; esto indica que reúnen en un solo valor la equitatividad y la riqueza específica por lo que el valor obtenido del índice de forma aislada no muestra la importancia relativa de la riqueza y la equitatividad ya que un mismo índice de diversidad se puede obtener de un grupo con baja riqueza y alta equitatividad al igual que de un grupo de baja equitatividad y alta riqueza. (Moreno, 2001, p.43)

Este índice expresa la uniformidad de los valores que son importantes, mediante todas las especies de la muestra., mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

### **1.6 Coeficiente de similitud de Jaccard**

Pertenece a los índices de similitud/disimilitud; los cuales expresan el grado en que dos muestras son semejantes debido a las especies que abarcan. Este tipo de índices se los puede obtener mediante datos cuantitativos o cualitativos ya sea directamente o mediante métodos de clasificación u ordenamiento de los grupos. . (Moreno, 2001, p.47)

### **1.7 Marco Referencial**

Gracias a diferentes investigaciones realizadas, se ha determinado que los macroinvertebrados, son los mejores bioindicadores de contaminación de agua, ya que su recolección es sencilla y requiere de bajo presupuesto, son abundantes, y generalmente se encuentran en todos los cuerpos de agua dulce. (Gamboa. et al, 2008, p. 110)

El índice más empleado en Latinoamérica para estudios en cuerpos de agua dulce es el BMWP

Existen varios índices para analizar los macroinvertebrados recolectados y gracias a su evolución se está empleando un nuevo marco conceptual sobre los estudios a un cuerpo de agua; que comprende la integración del ecosistema al estudio de la cuenca hidrográfica; por lo que se han integrado factores naturales que pueden cambiar por la actividad del hombre, y su estado depende del estado biótico de los cuerpos de agua. Por lo cual se han identificado 5 grupos de

variables, que si son modificados, la integridad biótica se ve afectada directamente, así se tiene: calidad del agua, estructura del hábitat, régimen del flujo, fuentes energéticas e interacciones bióticas.

Esto indica que la integridad biótica de un cuerpo de agua es fruto de la interacción de procesos físicos, químicos y biológicos. (Gamboa. et al, 2008, p. 110)

En diversos países de América del Sur existe considerable información sobre su calidad de agua, pero en muchos casos no está disponible para su estudio. A lo largo del tiempo se han diseñado distintas metodologías para analizar la calidad biológica del agua, aunque los índices biológicos se han visto ampliamente utilizados gracias a distintas metodologías, sin embargo los métodos similares a BMWP se han ganado su lugar en los años recientes, dando lugar a adaptaciones propias para cada país. Pero su aplicación se lo debe realizar con cautela, debido a que la generalización para valores de tolerancia o intolerancia para las distintas familias en toda América del Sur puede presentar error significativos en su utilización. (Segnini, 2003, pp. 48-50)

En estudios hechos en el país vecino de Colombia, en la parte alta de la quebrada El Carracá del municipio de Los Santos, departamento Santander, que se encuentra localizado a 1670 m sobre el nivel del mar y posee una temperatura media anual de 22° C; se analizaron parámetros fisicoquímicos, biológicos y de toxicidad; obteniéndose que según los macroinvertebrados recolectados posee un agua de calidad aceptable que se refiere a algunos efectos de contaminación evidente, mediante el índice BMWP, probablemente debido a que el objeto de estudio se encuentra muy cercano a una zona rural poblada por el hombre. Durante el estudio realizado se encontraron 11 familias de macroinvertebrados, de los cuales ninguna estuvo presente en el sustrato artificial por lo que se puede determinar que no existen macroinvertebrados que se fijan a las rocas en la zona. (Calderón, 2004)

En el estudio realizado en nuestro país, en la provincia de Los Ríos, con título: Influencia de la cobertura vegetal ribereña sobre los macroinvertebrados acuáticos y la calidad hídrica en ríos del bosque protector Murocomba, cantón Valencia, Ecuador; en el cual la zona de estudio se encuentra en una altitud que va de los 800 a los 1000 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio anual de 24°C. Mediante el índice BMWP/ Col se obtuvo como resultado una existencia de agua de calidad regular, buena y excelente; además se determinó que las familias más abundantes son: Hydropsychidae con 632 individuos y Elmidae con 500. (Yong, 2015)

## CAPITULO II

### 2. MARCO METODOLÓGICO

La investigación se realizó con la finalidad de evaluar la calidad hídrica de la microcuenca del Rio Blanco, pero no se limitó tan solo a la recolección de datos sino más bien se realizó un análisis en conjunto con la demás información obtenida.

Tomando en cuenta el alcance de la investigación, esta es de tipo descriptiva, ya que se obtuvo información que no existía respecto a la calidad del agua del Rio Blanco. Debido a los datos empleados la investigación fue cualitativa y cuantitativa; ya que se empleó información no medible como la presencia de poblaciones de macroinvertebrados, accesibilidad y características específicas de cada sector, para la determinación de puntos de monitoreo, además que el método BMWP/Col utiliza datos cuantitativos para su determinación y por otra parte es cuantitativa ya que se recolectan datos medibles pertenecientes a los parámetros Físico-Químicos que fueron analizados.

#### 2.1. Contacto con instituciones de apoyo

Se contactó con técnicos de GADPCH – proyecto PROMAREN; mismos que brindaron el apoyo adecuado para el desarrollo del trabajo de titulación.

Se mantuvieron reuniones y comunicación continua, para lograr el desarrollo del presente trabajo, con miembros de la institución anteriormente mencionada, mismos que facilitaron información de suma importancia, la colaboración de moradores de la zona en estudio para obtener su ayuda como guías y otros instrumentos necesarios.

#### 2.2 Recopilación de Información

##### 2.2.1 *Clima*

Para obtener información y datos necesarios para lograr su determinación en la zona de estudio, se recurrió a fuentes secundarias que incluye el acceso a información en la red y documentos otorgados por el GADPCH; que contienen la información más actualizada que corresponde al año 2013.

### ***2.2.2 Uso actual del suelo***

Para su determinación se utilizó al plan de manejo y cogestión de la microcuenca del Río Blanco como fuente de información secundaria, que posee datos recolectados en el año 2013, adicionalmente se utilizaron mapas temáticos otorgados por el GADPCH elaborados a una escala de 1:100 000; que permitieron corroborar información y a la vez poseer una mejor visión de la información obtenida.

### ***2.2.3 Hidrología***

Se obtuvo información de la fuente secundaria mencionada anteriormente que fue proporcionada por el GADPCH; conjuntamente se trabajó con el mapa elaborado mediante el programa ARC Gis, de la microcuenca del Río Blanco a una escala de 1: 50 000; el cual permitió acreditar los datos obtenidos de la fuente secundaria mediante la utilización de herramientas presentes en el Sistemas de Información Geográfica (ARC Gis).

### ***2.2.4 Servicios Básicos***

La información se la obtuvo del plan de manejo y cogestión de la Microcuenca del Río Blanco utilizado como fuente secundaria; y además se recolecto información primaria para comparar ciertos datos; mediante entrevistas informales y consultas realizadas a la comunidad e información brindada por la junta parroquial de Quimiac.

## **2.3 Socialización**

Para el desarrollo de la investigación fue necesario realizar una socialización con la comunidad, la cual agrupa a los habitantes de las comunidades que se encuentran dentro de la microcuenca del Río Blanco; para lo cual fue tomado como base el Instructivo al Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación social del Decreto Ejecutivo No. 1040.

## **2.4 Cartografía**

Para la realización de los mapas necesarios en la presente investigación se utilizó el programa computacional ARC MAP 10.1, y se descargaron las capas de información geográfica básica del portal del IGM que son de libre acceso, con una escala de 1:50000; las cuales fueron cargadas y utilizadas en el programa mencionado, el cual posee distintas herramientas que se utilizaron para obtener los mapas requeridos

## **2.5 Determinación de puntos de monitoreo**

Debido a que necesariamente se debe establecer un punto de monitoreo en la zona alta que se lo considera el blanco, y otro antes de su desembocadura para conocer el estado del río; además de la extensión del río se ha considerado útil el establecimiento de 5 puntos de monitoreo en total.

Para la determinación de los puntos de monitoreo fue necesario considerar:

- Las fuentes contaminantes
- Lugares de captación de agua
- Accesibilidad de la zona
- Flujo regular del agua

Para llegar al establecimiento de los puntos de monitoreo, se atravesó varias fases que son:

- Recolección de información sobre factores que puedan afectar la calidad de agua del río, el uso del suelo, el uso del agua, ríos tributarios, asentamientos poblacionales.
- Evaluación de información encontrada para determinar la relevancia de cada dato, evaluando la importancia de cada uno de ellos para escoger puntos tentativos.
- Acudir a una salida de campo para evaluar la posibilidad de establecer los puntos tentativos como los puntos de monitoreo definitivos y registrar los 5 puntos de monitoreo.

## **2.6 Parámetros analizados**

Se estableció el análisis de ciertos parámetros físico químicos con el fin de tener información base de datos básicos del Río Blanco, ya que no se posee información del mismo, a la vez que estos tienen influencia sobre el desarrollo de las distintas especies de macroinvertebrados; las mediciones de estos fueron realizadas mediante un medidor multiparámetros y un medidor de oxígeno disuelto.

- Temperatura
- pH
- Salinidad
- Conductividad Eléctrica
- TDS

➤ OD

## 2.7 Recolección de muestras y medición.

### 2.7.1 Parámetros Físico Químicos.

**Cuadro 1–2:** Metodo de medicion de parametros Fisico Quimicos

Parámetros	Unidades de medición	Recolección de la muestra	Medición
Temperatura pH Conductividad Eléctrica Salinidad (TDS)	°C - μS/cm ppm ppm	Se lavo previamente el envase, se homogenizo varias veces con el agua que se muestreara antes de recolectarla; para su recoleccion se la realizo en lo posible en la mitad del	Se realizó la medición directa en el campo en la muestra recolectada seleccionando el modo del equipo es decir, el parámetro que se va a medir. Se sumergió el medidor multiparámetros OAKTON modelo PCSTestr 35 en la muestra con el fin de que la sonda limpia entre en contacto con el agua, esperamos hasta que la medida se estabilice, y la anotamos en la hoja de campo.
OD	mg/L	cuerpo de agua y en direccion opuesta al recorrido de la misma, se recolecto aproximadamente los 2/3 del envase.	Medición directa en el campo en la muestra recolectada, mediante el Medidor de oxígeno disuelto ExStik, modelo DO600. Se comprueba que no haya burbujas de aire en el electrodo antes de usarlo y procedemos a introducirlo en la muestra de agua, esperamos que se estabilice y anotamos en la hoja de campo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

### **2.7.2 Macroinvertebrados.**

#### **➤ Recolección de muestras**

Para su recolección se empleó una red tipo “D-net”, mediante la cual se exploró la zona de muestreo; abarcando cada hábitat presente (colección multihabitat), es decir que se analizaron piedras, arena, lodo, resto de vegetación, raíces y objetos sumergidos.

**Muestreando en las orillas:** se realizó un barrido en las orillas del cuerpo de agua de ser posible a cada lado y máximo a 1m de profundidad; mediante la red D-net se lavaron raíces, vegetación y objetos sumergidos.

**Muestreando sustratos:** Se coloca la red corriente abajo y se remueve el sustrato corriente arriba de manera que los organismos quedan atrapados dentro de la red.

Este muestreo se realiza al menos dos veces en cada punto de monitoreo.

#### **➤ Preservación y preparación**

Posterior a esta recolección, se retiró cualquier material innecesario y el resto de recolección se lo depositó en un recipiente de boca ancha, dependiendo el caso se lo llenó con alcohol al 70%, los recipientes estaban debidamente etiquetados con el punto de monitoreo y la fecha de recolección, en su parte externa.

Terminada la recolección de muestras y a temperatura ambiente, se procedió a llevar todos los frascos de muestras a la junta parroquial de Quimiag, donde se realizó el análisis y clasificación de macroinvertebrados.

Se lavaron las muestras obtenidas mediante agua común y corriente y se colocaron en una bandeja blanca para identificar los macroinvertebrados mediante la Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia (Roldán.1988) y el estereoscopio.

#### **➤ Cálculo del índice BMWP/Col e interpretación de resultados**

Se realizó la identificación taxonómica hasta el nivel de familia de cada individuo presente en la muestra analizada es decir se analizó su morfología, mediante la guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia de Gabriel Roldán ya que al utilizar este índice se determina de manera cualitativa el nivel de familia, es decir se establece la

presencia o ausencia de una familia en la muestra ya que este método establece 10 grupos, que poseen un puntaje que va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica; las familias más sensibles poseen un puntaje de 10, mientras que las más tolerantes a la contaminación, reciben una puntuación de 1; como se muestra a continuación.

**Tabla 1-2:** Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para aplicar el índice BMWP/Col.

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hidrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: (Roldán, 2003, p. 31)

Para la obtener el puntaje total BMWP/Col fue necesario sumar la puntuación que corresponde a cada familia que está presente en la muestra analizada, mediante la tabla 2-2.

Para interpretar este puntaje se comparó el resultado obtenido con los valores presentes en la Tabla 3-2, la cual expresa la calidad de agua, con relación al puntaje total BMWP/Col además fija un color diferente para cada clase de calidad de agua

**Tabla 2-2:** Clases de calidad de agua según el índice BMWP/Col

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>100	Aguas muy limpias a limpias	 Azul
II	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	 Verde
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	 Amarillo
IV	Critica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	 Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	 Rojo

Fuente: (Roldán, 2003, p.32)

### ➤ Índice de Shannon Wiener

Se agruparon los macroinvertebrados encontrados a lo largo de todo el estudio, por punto de monitoreo; obteniéndose 5 grupos de análisis, para los que se aplicó:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad \text{Ecuación 1}$$

En donde:

$p_i$  = abundancia proporcionada de la especie  $n_i/N$

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número total de individuos de todas las especies

El máximo valor que obtiene en ríos y lagunas para las comunidades de macroinvertebrados es de 4,5; valores menores a 2,4-2,5 muestran que el sistema se encuentra expuesto a tensión es decir a canalizaciones, vertidos, tomas de agua, etc.

Este índice disminuye considerablemente en aguas muy contaminadas, por lo que: a mayor valor del índice de Shannon-Wiener, mayor será la calidad del agua. (Moreno, 2001, p. 44)

**Tabla 3-2:** Clasificación que se da a las aguas contaminadas según el índice de Shannon –Wiener.

$H'$	Condición
3.0 – 4.5	Contaminación débil
2.0 – 3.0	Contaminación ligera
1.0 – 2.0	Contaminación moderada
0.0 – 1.0	Contaminación severa

Fuente: Ecotrópicos, 2003, p.48

### ➤ **Coefficiente de similitud de Jaccard**

Se tomó en cuenta el número de individuos de cada familia encontrados en cada punto de monitoreo, a lo largo de todo el estudio, el número de familias, y se aplicó este coeficiente, comparando todos los puntos de monitoreo entre sí.

Para su cálculo se aplica la formula siguiente:

$$I_j = c/(a + b - c) \qquad \text{Ecuación. 2}$$

Donde:

**a**= número de especies presentes en el sitio A

**b**= número de especies presentes en el sitio B

**c**= número de especies presentes en los 2 sitios A y B

El rango de valores que se aplica a este índice va de 0 hasta 1; donde el primer valor es indicador de que no existen especies compartidas entre los dos sitios; y el segundo valor muestra que en los dos sitios se encuentran las mismas especies. (Moreno, 2001, p. 49)

### **2.7.3 Caudal.**

Para la determinacion del caudal del rio Blanco se utilizo el metodo del flotador; mismo que cumple con el siguiente procedimeinto:

#### ➤ **Recoleccion de datos**

**Selección del sitio:** En cada punto de monitoreo se seleccionó un tramo en el cual se consideró que el agua fluya naturalmente, además de que sea un tramo recto y en lo posible que no existan obstáculos.

**Area de escurrimiento:** Para esto fue necesario medir el ancho del rio y dividirlo en subsecciones, dependiendo de este; es decir que a mayor ancho del río mayor número de subsecciones, y en la división de cada subsección se midió la profundidad del agua.

**Trayectoria:** Se solto el flotador, en el inicio del tramo seleccionado y se midio la longitud que recorrio el mismo, y mediante la utilizacion de un cronometro se tomo el tiempo que tardo el flotador en recorrerlo.

## ➤ Cálculos

### Velocidad media

$$V_m = (d \cdot f_c) / t \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

**d:** distancia recorrida del flotador, (m).

**f<sub>c</sub>:** factor de corrección, (0.66).

**t:** tiempo en el que el flotador recorre la distancia establecida, (s).

### Área

$$A = h_p \cdot a \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

**h<sub>p</sub>:** profundidad promedio (m).

**a:** ancho del río, (m)

### Caudal

$$Q = A \cdot V_m \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

**A:** área de la sección, (m<sup>2</sup>)

**V<sub>m</sub>:** velocidad media del agua, (m/s).

(Chamorro, 2011, pp. 6-14)

## CAPITULO III

### 3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

#### 3.1 Información secundaria obtenida

Al recurrir a distintas fuentes secundaria se obtuvo información y datos actualizados útiles para la investigación, los que se muestran a continuación.

##### 3.1.1 Microcuenca del Rio Blanco

La microcuenca del Rio Blanco está ubicada en la región Sierra, en la Cordillera Oriental; pertenece a la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba y cantón Penipe; esta representa el 4% de la subcuenca del Rio Chambo, y este forma parte de la cuenca del Rio Pastaza.

La microcuenca está ubicada en una zona altitudinal que va desde 2400 msnm hasta 5181 msnm, manteniendo pendientes mayores al 55%. (Anexo A). (GADPCH, 2013, p.27)

##### 3.1.2 Clima

En la microcuenca del Rio Blanco existe diversidad de zonas climáticas, debido a la variación altitudinal que existe en esta, además de la influencia de los vientos provenientes de la Amazonía.

El clima existente en esta zona es Mesotérmico Semi-húmedo/seco, este es uno de los más frecuentes en la Región Interandina. La temperatura promedio es de 13,3°C, con una temperatura máxima de 15 °C y una mínima de 11°C. (GADPCH, 2013, p.28)

##### 3.1.3 Uso actual del suelo

Como se observa en el cuadro 1-3, el páramo posee 53.59% del territorio, esta es una zona que posee un alto valor de conservación debido a su importancia para regular el agua; el sistema de pasto-cultivos posee el 16.3% y solo el 2% corresponde a áreas de cultivos como maíz, haba, papa, arveja, entre otros; en esta área se trata de tener una relación más armónica entre el ambiente y sus habitantes. (GADPCH, 2013, p.29)

**Tabla 1-3:** Uso actual del suelo.

<b>Uso actual del suelo</b>		
<b>Clase</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>%</b>
Paramo	7772.75	53.59
Pastos y cultivos	2366.99	16.32
Bosque natural	2056.95	14.18
Nieve perpetua	837.32	5.77
Plantación forestal	446.10	3.08
Cultivos	389.96	2.69
Matorral	257.50	1.78
Bofedal	163.52	1.13
Suelo abierto	54.73	0.38
Laguna	48.74	0.34
Arena	47.55	0.33
Ríos	40.62	0.28
Infraestructura	21.31	0.15
Total	14504.04	100.0

Fuente: GADPCH, 2013, p.29

### **3.1.4 Hidrología**

La microcuenca del Rio Blanco abarca 145.04 km<sup>2</sup>, posee un perímetro de 80,88km, y el eje del río principal posee una longitud de 24,04 km, además conserva una altitud promedio de 3770,58msnm.

Se ha determinado que su forma es alargada con tendencia baja a inundaciones, mediante su índice de circularidad igual a 0.4, factor de forma de 0.38, y el coeficiente de compacidad 1.4.

En la microcuenca además de la precipitación, existe un ingreso de agua adicional gracias al deshielo de glaciario y por neblina. (GADPCH, 2013, p.32)

### **3.1.5 Servicios Básicos**

En la microcuenca del Rio Blanco el 100% de las comunidades poseen energía eléctrica y agua ya sea esta entubada o potable, por otra parte solo el 23,07% del total de comunidades poseen el servicio de recolección de basura y alcantarillado.

Es por esto que se ve la importancia de la implementación de ciertos servicios básicos en la comunidad para un manejo adecuado del ambiente y sobre todo la protección de fuentes de agua. (GADPCH, 2013, p.29)

### ***3.1.6 Información cartográfica***

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizaron mapas temáticos brindados por el GADPCH (2013), los cuales fueron de gran utilidad para corroborar información sobre la hidrología de la cuenca, zonas pobladas, zonas accesibles, además para tener una noción de la ubicación de los posibles puntos de monitoreo, y tener una visión más específica de la zona de trabajo.

Los mapas utilizados fueron los siguientes:

- ✓ De pendientes (Anexo A )
- ✓ De cobertura vegetal (Anexo B )
- ✓ De accesibilidad (Anexo C)
- ✓ Uso del suelo en al año 2008 (Anexo D)
- ✓ De riesgos naturales y antrópicos (Anexo E)

### **3.2 Socialización con la comunidad**

Previa a la ejecución del presente trabajo de investigación se realizó la socialización con la comunidad, en la cual se contó con la presencia de representantes de las comunidades pertenecientes a la microcuenca del Rio Blanco, quienes reprodujeron la información que se les brindo. (Anexo H) (Anexo K)

En la socialización se informó a los presentes que por medio del GADPCH y el presente trabajo de investigación se realizara un estudio de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco mediante la utilización de macroinvertebrados; metodología que se indicara posteriormente a las comunidades, y se brindaran los materiales necesarios para llevarla a cabo gracias al GADPCH; con el fin de llevar datos sistematizados para un control de la calidad del agua del rio.

### **3.3 Determinación de puntos de monitoreo**

Se priorizo lugares a lo largo de la microcuenca en los cuales las condiciones ambientales se vean afectadas.

Mediante el dialogo con los habitantes de la zona y la información obtenida del Plan de Manejo y Cogestión de la Microcuenca hidrográfica del Rio Blanco (2013), se obtuvo una visión de los posibles puntos de monitoreo; además de la información que se determinó después del análisis del mapa de la microcuenca donde se pueden observar poblados, red vial, tributarios al rio de estudio, entre otros. Para la microcuenca del Rio Blanco se tomaron en cuenta cinco puntos de monitoreo; que fueron distribuidos de la siguiente manera:

- El lugar que fue el punto de referencia o testigo donde se tomaron las muestras en condiciones prácticamente naturales, este punto se ubicó en la parte alta de la microcuenca.
- Tres puntos en donde se presentaron condiciones ambientales alteradas, además se tomaron en cuenta otros aspectos propios del lugar.
- Un lugar de referencia que estaba ubicado en la parte baja de la microcuenca, antes de la desembocadura del Rio Blanco al Rio Chambo.

**a. Puntos de Monitoreo Seleccionados**

Después de realizar un recorrido en la zona, se pudieron establecer los puntos de monitoreo de la microcuenca.

Para esto se tomó en cuenta los siguientes aspectos: facilidad y seguridad para el ingreso al punto determinado, inicio y fin del rio, ríos tributarios, actividades antrópicas presentes como tomas de agua, descargas y actividad agrícola.

**Tabla 2-3.** Puntos de monitoreo de la microcuenca.

Microcuenca	Zona	Código	Coordenadas		Altura (msnm)
			X	Y	
Rio Blanco	Zoila Martínez	Rb-01	779337.24	9812255.88	3440
Rio Blanco	Verdepamba	Rb-02	777750.15	9816588.49	3080
Rio Blanco	Palacio San Francisco	Rb-03	776420.42	9819126.06	2840
Rio Blanco	Torcasa	Rb-04	776069.89	9822394.07	2560
Rio Blanco	Nabuzo	Rb-05	779337.24	9812255.88	2440

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

## **b. Descripción de puntos de monitoreo**

### **➤ Punto de monitoreo #1 - Rb-01**

Este es el punto testigo, que está ubicado en la zona alta de la microcuenca, se lo determino gracias a la cartografía mencionada donde se pudo observar que corriente arriba no existe poblaciones, por lo que se podría decir que en la zona no hay contaminación; por último se pudo confirmar la localización de este punto en campo, gracias a su accesibilidad.

### **➤ Punto de monitoreo #2 - Rb-02**

Este punto de monitoreo se encuentra en la zona de la comunidad Verdepamba, el cual se ha considerado debido a que se tiene un tributario de gran consideración como es el Rio Collanes, además que aguas arriba se encuentran poblados de importancia como Sali y Verdepamba y también se desarrollan actividades antrópicas como la agricultura y ganadería.

### **➤ Punto de monitoreo #3 - Rb-03**

Ubicado cerca de la comunidad Palacio San Francisco; la cual es de las que posee mayor número de habitantes, este punto fue seleccionado ya que antes de este se desarrolla gran número de actividades agrícolas y ganaderas además de que nos dieron a conocer que en la zona existe un gran uso de agroquímicos.

### **➤ Punto de monitoreo #4 - Rb-04**

Punto ubicado en la comunidad Torcasa; este punto se ha seleccionado ya que en esta zona disminuye el número de habitantes por lo que también disminuyen las actividades antrópicas; además de que recibe aguas de un tributario llamado Tarau.

### **➤ Punto de monitoreo #5 - Rb-05**

Posterior al reconocimiento de la zona, este punto fue seleccionado ya que se encuentra antes de la finalización de la microcuenca del rio, está ubicado antes de que desemboque en el Rio Chambo, por lo que nos da a conocer el estado del agua al final del recorrido de la microcuenca; además que se lo seleccionó por su accesibilidad.

### 3.4 Cartografía realizada

Para realizar los mapas se utilizó el programa computacional ARC MAP 10.1 y se descargaron las cartillas necesarias del IGM con una escala de 1:50000, además de los datos obtenidos mediante el GPS.

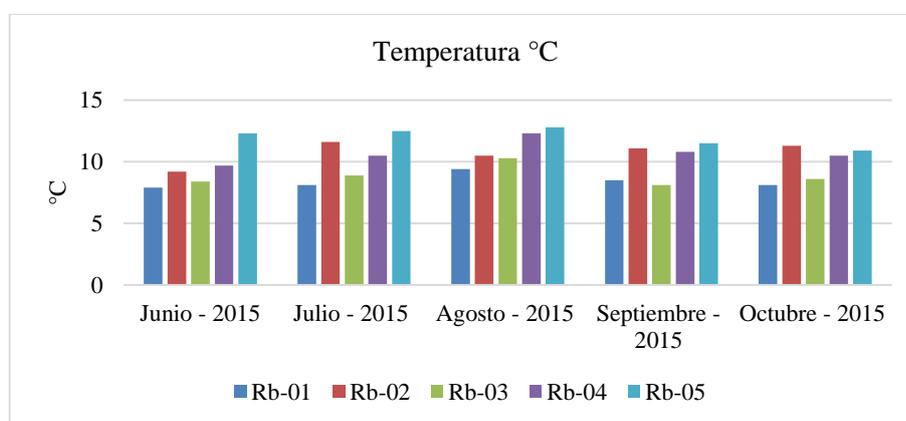
### 3.5 Resultados de parámetros físico químicos

A continuación se presentan los resultados de los parámetros Físico – Químicos, medidos in situ, se los presenta en tablas por parámetro, con sus respectivas fechas y puntos.

**Tabla 3-3:** Valores de temperatura obtenidos durante el monitoreo

Temperatura °C					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	7.9	8.1	9.4	8.5	8.1
Rb-02	9.2	11.6	10.5	11.1	11.3
Rb-03	8.4	8.9	10.3	8.1	8.6
Rb-04	9.7	10.5	12.3	10.8	10.5
Rb-05	12.3	12.5	12.8	11.5	10.9

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 1-3:** Variación de temperaturas del agua obtenidas durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En las temperaturas obtenidas durante el monitoreo, se puede observar la mayor de estas en el mes de Agosto, en el punto Rb-05 con 12.8 °C; mientras que la menor temperatura es la del mes de Junio en el punto Rb-01 con 7.9°C

En la figura 1-3 se puede notar que en el punto de monitoreo Rb-05 se tienen las mayores temperaturas en todos los monitoreos, excepto en el mes de octubre, que la mayor temperatura se tiene en el punto Rb-02

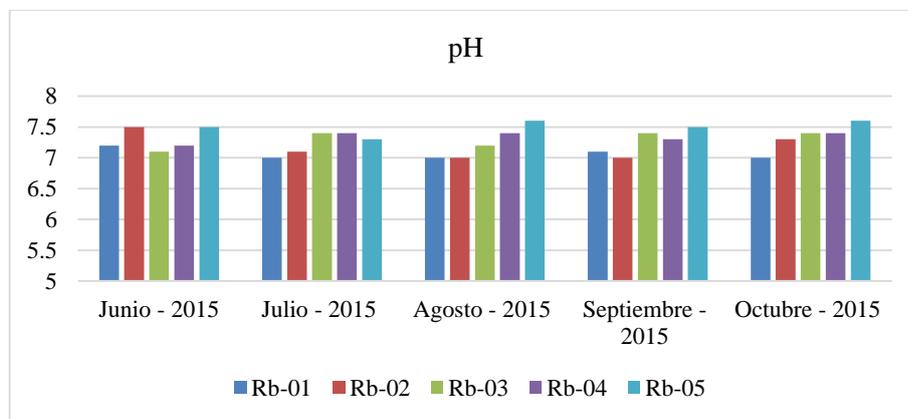
Las menores temperaturas se observan en el punto Rb-01, en todos los monitoreos excepto en el mes de Septiembre, que se presenta en el punto Rb-03.

Esto se puede deber a las actividades antropogénicas que se desarrollan a lo largo del recorrido del río y además que a medida que el río sigue su curso, la altura en la que se encuentra, va disminuyendo.

**Tabla 4-3:** Valores de pH obtenidos durante el monitoreo

Ph					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	7.2	7	7	7.1	7
Rb-02	7.5	7.1	7	7	7.3
Rb-03	7.1	7.4	7.2	7.4	7.4
Rb-04	7.2	7.4	7.4	7.3	7.4
Rb-05	7.5	7.3	7.6	7.5	7.6

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 2-3:** Variación de pH durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En los valores de pH obtenidos durante el monitoreo, se puede observar que su variación es mínima, estos poseen un valor mínimo de 7 y un máximo de 7.6, por lo que se puede establecer que en cada punto se mantiene estable el valor del pH

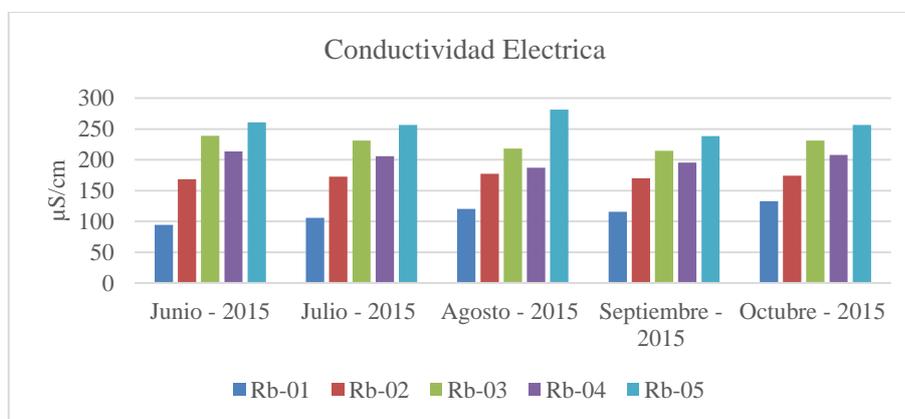
El valor más alto se encuentra en los meses de agosto y octubre en el punto Rb-05, con un valor de 7.6, mientras que el valor más bajo es de 7, y se encuentra presente en distintos meses y puntos de monitoreo.

Los más altos se puede deber a la presencia de ganado y de actividades agrícolas en la zona. Los valores obtenidos, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, según el TULSMA, para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran tratamiento convencional (Anexo N), para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección (Anexo O), para aguas de uso agrícola (Anexo P), y para aguas de uso pecuario (Anexo Q); donde el límite para todas es de 6 a 9.

**Tabla 5-3:** Valores de conductividad eléctrica obtenidos durante el monitoreo

Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	94.4	105.6	120.4	115.4	132.6
Rb-02	168.4	172.4	177.2	169.8	174.4
Rb-03	239.2	231	218.4	214.6	231.2
Rb-04	213.6	205.8	187	195.6	207.6
Rb-05	260.6	256.4	281.4	238.2	256.8

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 3-3:** Variación de conductividad eléctrica durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

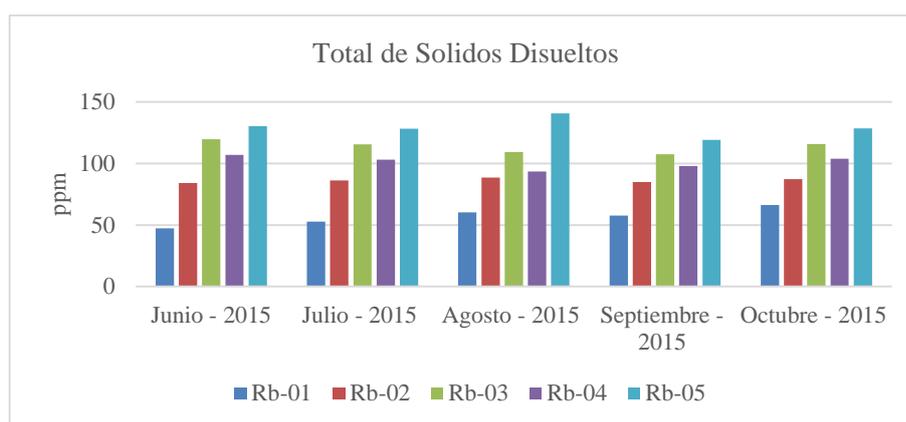
Durante el estudio realizado se obtuvieron los valores para conductividad eléctrica y se encuentran expresados en microsiemens por centímetro; se tiene el valor más alto de conductividad eléctrica en el punto Rb-05 en el mes de Agosto con 281.4  $\mu\text{S/cm}$ , que puede deberse a la temperatura que el agua presento en este monitoreo, que fue la mayor temperatura registrada con 12.8 °C; mientras que el valor más bajo se encuentra en el punto Rb-01 en el mes de Junio con 94.4  $\mu\text{S/cm}$ .

En la figura 3-3 se puede notar que los valores de conductividad más elevados se encuentran en el punto Rb-05, seguido de los valores Rb-03 que posiblemente se los puede asociar a la agricultura que se presenta a lo largo del río, además en el punto Rb-03 se cuenta también con el uso de agroquímicos; por otro lado los valores más bajos se encuentran registrados en el punto Rb-01.

**Tabla 6-3:** Valores de Total de Sólidos Disueltos obtenidos durante el monitoreo

Total de Sólidos Disueltos (TDS) ppm					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	47.2	52.8	60.2	57.7	66.3
Rb-02	84.2	86.2	88.6	84.9	87.2
Rb-03	119.6	115.5	109.2	107.3	115.6
Rb-04	106.8	102.9	93.5	97.8	103.8
Rb-05	130.3	128.2	140.7	119.1	128.4

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 4-3:** Variación de TDS durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En los datos obtenidos de TDS durante el monitoreo, se puede observar el mayor de estos en el mes de Agosto, en el punto Rb-05 con 140.7 ppm mientras que el menor valor pertenece al mes de Junio en el punto Rb-01 con 47.2 ppm.

En la figura 4-3 se muestra la variación de Total de Sólidos Disueltos, expresado en ppm; se puede notar que los valores más elevados se encuentran en el punto Rb-05, seguido y no con mucha diferencia de los valores del punto Rb-03; por otra parte los valores más bajos pertenecen al punto Rb-01.

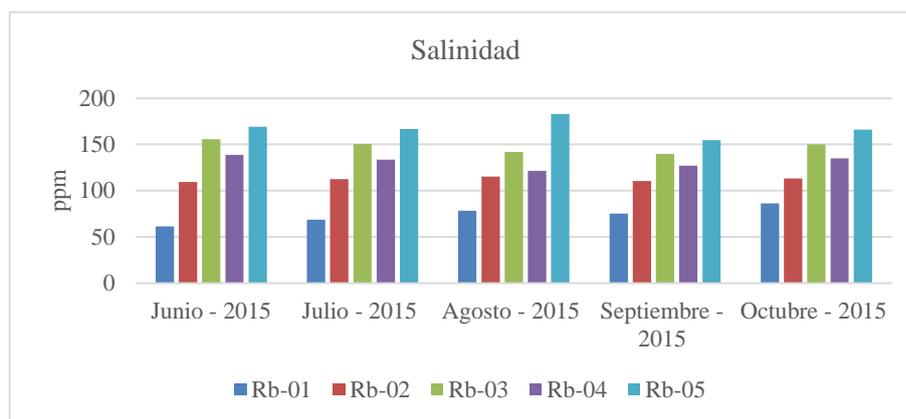
Estos datos obtenidos probablemente se deben al arrastre de sólidos a lo largo del río, procedentes de las actividades humanas desarrolladas, y a la presencia de procesos de erosión.

Los valores obtenidos, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, según el TULSMA, para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran tratamiento convencional (Anexo N), donde el límite es 1000 ppm; para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección (Anexo O), donde el límite es 500 ppm; para aguas de uso agrícola (Anexo P), donde el límite es 3000 ppm, y para aguas de uso pecuario (Anexo Q), donde el límite es 3000 ppm.

**Tabla 7-3:** Valores de Salinidad obtenidos durante el monitoreo

Salinidad ppm					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	61.3	68.6	78.2	75.1	86.1
Rb-02	109.4	112.6	115.1	110.3	113.3
Rb-03	155.8	150.5	141.9	139.9	150.2
Rb-04	138.8	133.7	121.5	127.1	134.9
Rb-05	169.3	166.6	182.9	154.8	166.2

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 5-3:** Variación de salinidad durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En los datos de salinidad adquiridos durante el monitoreo, se tiene el mayor de estos en el mes de Agosto, en el punto Rb-05 con 182.9 ppm mientras que el menor valor pertenece al mes de Junio en el punto Rb-01 con 61.3 ppm.

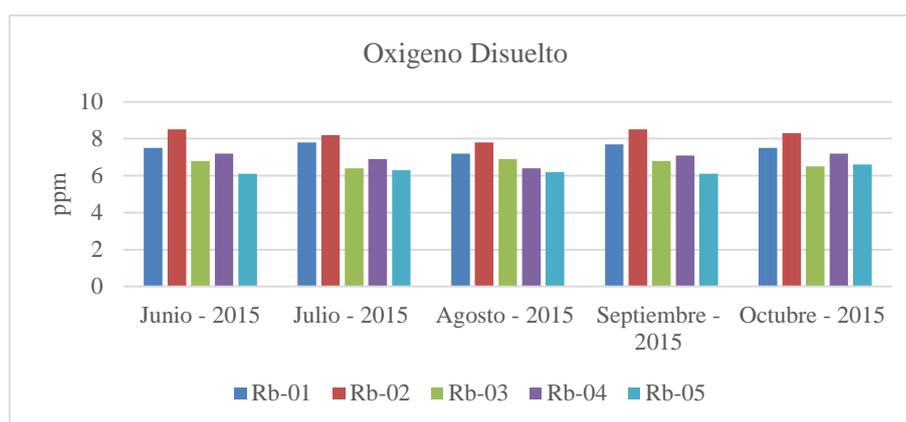
En la figura x se muestra la variación de la salinidad durante el monitoreo, expresado en ppm; los valores más altos se encuentran en el punto Rb-05, seguido de los valores del punto Rb-03, con una ligera diferencia entre ellos; mientras que los valores más bajos se encuentran en el punto Rb-01.

Se puede decir que a medida que el río avanza, la salinidad medida se va elevando, con excepción del punto Rb-04, donde existe una pequeña disminución; mostrándonos que la presencia de sales minerales en el río se va elevando; esto posiblemente se debe a las actividades antropogénicas presentes en la zona, como la ganadería y la agricultura, además también de procesos de erosión.

**Tabla 8-3:** Valores de Oxígeno Disuelto obtenidos durante el monitoreo

Oxígeno Disuelto ppm					
Punto de Monitoreo	Jun - 2015	Jul - 2015	Agt. - 2015	Sep. - 2015	Oct - 2015
Rb-01	7.5	7.8	7.2	7.7	7.5
Rb-02	8.5	8.2	7.8	8.5	8.3
Rb-03	6.8	6.4	6.9	6.8	6.5
Rb-04	7.2	6.9	6.4	7.1	7.2
Rb-05	6.1	6.3	6.2	6.1	6.6

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 6-3:** Variación de oxígeno disuelto durante el monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

De los valores obtenidos de oxígeno disuelto en el estudio, se presenta el mayor de estos en los meses de junio y septiembre en el punto Rb-02, con un valor de 8.5 ppm, y el menor valor está presente en el mes de agosto en el punto Rb-05 con un valor de 6.2 ppm; por lo que se aprecia que no existe una gran variación en los valores encontrados.

Se puede notar claramente que los valores más elevados están presentes en el punto Rb-02, mientras que los valores más bajos, pertenecen al punto Rb-05.

En la figura 6-3 se puede observar que partiendo del punto Rb-01, en el siguiente punto de monitoreo se incrementa el valor de OD, posiblemente debido al río tributario presente que es el Río Collanes; pero en el punto posterior existe una declinación en los valores obtenidos, la razón de estos valores puede ser que a medida que el curso del río avanza, existe una mayor presencia de poblaciones, por lo tanto mayor actividad que estas desarrollan; en el siguiente punto se vuelve a observar una ligera subida de valores, que puede deberse a la presencia de otro tributario que es el Río Tarau.

Los valores obtenidos para Oxígeno Disuelto, se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, según el TULSMA, para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren tratamiento convencional (Anexo N), donde el límite es 6 ppm; para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección (Anexo O), donde el límite también es 6 ppm; pero se encuentra fuera del límite para aguas de uso pecuario (Anexo Q), donde el límite es 3 ppm.

### 3.6 Resultados de macroinvertebrados

En las tablas que se muestran a continuación, se indica los resultados de los macroinvertebrados encontrados en cada punto de monitoreo en los diferentes meses de muestreo; en lo cual se incluye el número de individuos encontrados, la familia y orden al que pertenecen, y según esto mediante el índice BMWP/Col se califica la calidad de agua.

**Tabla 9-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Junio.

Orden	Familia	Puntaje	Nº Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	15
COLEOPTERA	Elmidae	6	9
COLEOPTERA	Scirtidae	7	6
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	13
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	12
DIPTERA	Blepharoceridae	10	8
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Simuliidae	8	12
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	8
DIPTERA	Tabanidae	5	6
<b>TOTAL</b>		70	94
<b>ACEPTABLE</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Junio en el punto Rb-01, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 70 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua aceptable, y se refiere a aguas ligeramente contaminadas.

**Tabla 10-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Junio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	7
COLEOPTERA	Elmidae	6	8
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	1
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	2
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	5
DIPTERA	Blepharoceridae	10	2
DIPTERA	Tipulidae	3	6
DIPTERA	Chironomidae	2	4
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
<b>TOTAL</b>		55	40
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Junio en el punto Rb-02, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 55 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 11-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Junio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
COLEOPTERA	Elmidae	6	7
COLEOPTERA	Scirtidae	7	2
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	8
DIPTERA	Tabanidae	5	7
DIPTERA	Tipulidae	3	5
DIPTERA	Chironomidae	2	1
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	7
DIPTERA	Culicidae	2	6
<b>TOTAL</b>		33	43
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Junio en el punto Rb-03, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 33 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 12-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Junio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	17
COLEOPTERA	Elmidae	6	12
COLEOPTERA	Scirtidae	7	5
TRICHOPTERA	Hydrobiosidae	9	4
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	4
DIPTERA	Tipulidae	3	2
DIPTERA	Chironomidae	2	3
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	6
DIPTERA	Tabanidae	5	9
<b>TOTAL</b>		49	62
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Junio en el punto Rb-04, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 49 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 13-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Junio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Chironomidae	2	1
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	4
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	8
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	3
DIPTERA	Culicidae	2	2
<b>TOTAL</b>		23	18
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Junio en el punto Rb-05, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 23 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 14-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Julio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	15
COLEOPTERA	Elmidae	6	8
COLEOPTERA	Scirtidae	7	4
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	15
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	12
DIPTERA	Blepharoceridae	10	7
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	3
DIPTERA	Simuliidae	8	13
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	10
<b>TOTAL</b>		65	87
<b>ACEPTABLE</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Julio en el punto Rb-01, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 65 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua aceptable, y se refiere a aguas ligeramente contaminadas.

**Tabla 15-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Julio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	5
COLEOPTERA	Elmidae	6	10
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	2
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	3
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	8
DIPTERA	Tipulidae	3	9
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	4
DIPTERA	Muscidae	2	6
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	7
<b>TOTAL</b>		49	54
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Julio en el punto Rb-02, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 49 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 16-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Julio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	10
DIPTERA	Tabanidae	5	8
DIPTERA	Tipulidae	3	4
DIPTERA	Chironomidae	2	3
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	8
DIPTERA	Culicidae	2	6
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
COLEOPTERA	Scirtidae	7	8
<b>TOTAL</b>		35	52
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Julio en el punto Rb-03, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 35 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua critica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 17-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Julio.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	15
COLEOPTERA	Elmidae	6	17
COLEOPTERA	Scirtidae	7	6
CRUSTACEOS	Hyaellidae	7	3
DIPTERA	Tipulidae	3	2
DIPTERA	Chironomidae	2	2
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Tabanidae	5	8
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
<b>TOTAL</b>		48	63
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Julio en el punto Rb-04, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 48 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 18-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Julio

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Chironomidae	2	2
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	3
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	6
CRUSTACEOS	Hyaellidae	7	4
DIPTERA	Culicidae	2	3
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	6
<b>TOTAL</b>		26	24
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Julio en el punto Rb-05, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 26 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 19-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Agosto

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	12
COLEOPTERA	Elmidae	6	9
COLEOPTERA	Scirtidae	7	8
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	8
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	7
DIPTERA	Blepharoceridae	10	12
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Simuliidae	8	7
CRUSTACEOS	Hyaellidae	7	8
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	5
DIPTERA	Tabanidae	5	2
DIPTERA	Chironomidae	2	4
<b>TOTAL</b>		76	87
<b>ACEPTABLE</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Agosto en el punto Rb-01, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 76 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua aceptable, y se refiere a aguas ligeramente contaminadas.

**Tabla 20-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Agosto

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	8
COLEOPTERA	Elmidae	6	7
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	10
DIPTERA	Tipulidae	3	6
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Muscidae	2	4
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	8
DIPTERA	Chironomidae	2	5
<b>TOTAL</b>		34	53
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Agosto en el punto Rb-02, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 34 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua critica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 21-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Agosto.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	8
DIPTERA	Tabanidae	5	7
DIPTERA	Tipulidae	3	6
DIPTERA	Chironomidae	2	4
DIPTERA	Culicidae	2	7
COLEOPTERA	Elmidae	6	5
EPHEMENOPTERA	Beatidae	7	3
<b>TOTAL</b>		28	40
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Agosto en el punto Rb-03, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 28 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 22-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Agosto.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	12
COLEOPTERA	Elmidae	6	10
COLEOPTERA	Scirtidae	7	8
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	5
DIPTERA	Tipulidae	3	5
DIPTERA	Chironomidae	2	4
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	2
DIPTERA	Tabanidae	5	8
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	6
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
<b>TOTAL</b>		57	65
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Agosto en el punto Rb-04, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 57 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 23-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Agosto.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Chironomidae	2	2
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	2
EPHEMENOPTERA	Baetidae	7	5
DIPTERA	Culicidae	2	4
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	7
Trichoptera	Hidrobiosidae	9	3
<b>TOTAL</b>		28	23
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Agosto en el punto Rb-05, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 28 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 24-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Septiembre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	10
COLEOPTERA	Scirtidae	7	14
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	6
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
DIPTERA	Blepharoceridae	10	9
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	6
DIPTERA	Simuliidae	8	11
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	5
DIPTERA	Tabanidae	5	4
DIPTERA	Chironomidae	2	3
<b>TOTAL</b>		66	73
<b>ACEPTABLE</b>			

**Realizado por:** Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Septiembre en el punto Rb-01, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 66 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua aceptable, y se refiere a aguas ligeramente contaminadas.

**Tabla 25-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Septiembre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	5
COLEOPTERA	Elmidae	6	8
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	8
DIPTERA	Tipulidae	3	7
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Muscidae	2	5
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	6
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	3
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
<b>TOTAL</b>		49	52
<b>DUDOSA</b>			

En el mes de Septiembre en el punto Rb-02, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 49 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa, y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 26-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Septiembre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	10
DIPTERA	Tipulidae	3	5
DIPTERA	Chironomidae	2	4
COLEOPTERA	Elmidae	6	5
DIPTERA	Tabanidae	5	7
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	7
DIPTERA	Culicidae	2	4
COLEOPTERA	Scirtidae	7	5
<b>TOTAL</b>		33	47
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Septiembre en el punto Rb-03, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 33 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua critica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 27-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Septiembre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	10
COLEOPTERA	Scirtidae	7	10
DIPTERA	Tipulidae	3	6
DIPTERA	Chironomidae	2	3
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	1
DIPTERA	Tabanidae	5	9
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	7
<b>TOTAL</b>		35	46
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Septiembre en el punto Rb-04, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 35 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 28-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Septiembre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Chironomidae	2	1
EPHEMENOPTERA	Baetidae	7	4
DIPTERA	Culicidae	2	5
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	6
Trichoptera	Hidrobiosidae	9	4
<b>TOTAL</b>		23	20
<b>CRITICA</b>			

**Realizado por:** Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Septiembre en el punto Rb-05, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 23 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica, y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 29-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-01 en el mes de Octubre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	8
COLEOPTERA	Scirtidae	7	10
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	11
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	6
DIPTERA	Blepharoceridae	10	8
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	4
DIPTERA	Simuliidae	8	10
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	8
DIPTERA	Tabanidae	5	4
DIPTERA	Chironomidae	2	1
COLEOPTERA	Elmidae	6	3
<b>TOTAL</b>		72	73
<b>ACEPTABLE</b>			

**Realizado por:** Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Octubre en el punto Rb-01, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 72 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua aceptable y se refiere a aguas ligeramente contaminadas.

**Tabla 30-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-02 en el mes de Octubre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	9
COLEOPTERA	Elmidae	6	7
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	10
DIPTERA	Tipulidae	3	2
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	9
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	5
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	11
DIPTERA	Blepharoceridae	10	5
DIPTERA	Chironomidae	2	4
<b>TOTAL</b>		56	62
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Octubre en el punto Rb-02, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 56 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 31-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-03 en el mes de Octubre.

Orden	Familia	Puntaje	N° Individuos
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	12
DIPTERA	Tipulidae	3	6
DIPTERA	Chironomidae	2	7
COLEOPTERA	Elmidae	6	3
DIPTERA	Tabanidae	5	5
DIPTERA	Culicidae	2	6
COLEOPTERA	Scirtidae	7	8
<b>TOTAL</b>		28	47
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Octubre en el punto Rb-03, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 28 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica y se refiere a aguas muy contaminadas.

**Tabla 32-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-04 en el mes de Octubre.

Orden	Familia	Puntaje	Nº Individuos
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	12
COLEOPTERA	Scirtidae	7	8
DIPTERA	Tipulidae	3	4
DIPTERA	Chironomidae	2	1
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	5
DIPTERA	Tabanidae	5	7
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	10
COLEOPTERA	Elmidae	6	4
TRICHOPTERA	Hydrobiosidae	9	5
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	9
<b>TOTAL</b>		57	65
<b>DUDOSA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Octubre en el punto Rb-04, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 57 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua dudosa y se refiere a aguas moderadamente contaminadas.

**Tabla 33-3:** Valoración de la calidad del agua mediante el índice BMWP/Col, en el punto de monitoreo Rb-05 en el mes de Octubre.

Orden	Familia	Puntaje	Nº Individuos
DIPTERA	Chironomidae	2	1
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	2
DIPTERA	Culicidae	2	3
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	8
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	7
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	4
<b>TOTAL</b>		26	25
<b>CRITICA</b>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el mes de Octubre en el punto Rb-05, mediante los macroinvertebrados encontrados en la zona, se ha calificado la calidad de agua mediante el índice BMWP/Col, se ha obtenido un puntaje total de 26 que mediante la tabla 4-2, nos indica una calidad de agua crítica y se refiere a aguas muy contaminadas.

### 3.7 Macroinvertebrados por punto de monitoreo

A continuación se muestra el resultado de los macroinvertebrados que se obtuvieron; agrupados por punto de monitoreo, es decir que se muestra en total el número de macroinvertebrados encontrados en cada punto de monitoreo, clasificados por familias, como anteriormente se lo realizó.

#### ➤ Punto de monitoreo Rb-01

**Tabla 34-3:** Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-01, durante el monitoreo.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>	<b># individuos-total</b>
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	60
COLEOPTERA	Elmidae	6	29
COLEOPTERA	Scirtidae	7	42
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	53
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	42
DIPTERA	Blepharoceridae	10	44
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	23
DIPTERA	Simuliidae	8	53
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	39
DIPTERA	Tabanidae	5	16
DIPTERA	Chironomidae	2	8
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	5
<b>TOTAL</b>			414

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el punto de monitoreo Rb-01, durante el monitoreo realizado se recolectaron en total 414 individuos, siendo así el punto con mayor número de macroinvertebrados recolectados, indicándonos que es el sitio con mayor biodiversidad.

La familia con mayor presencia de individuos es Baetidae que pertenece al orden Ephemeroptera, según la tabla 3-2 posee una puntuación de 7; además según la tabla 1-1 nos muestra que es un macroinvertebrado indicador de buena calidad del agua; estos viven generalmente en aguas limpias y bien oxigenadas; de este orden solo algunas especies toleran cierto grado de contaminación.

Esto posiblemente se debe a que en la zona, prácticamente no se desarrollan actividades antrópicas, además que gracias a los resultados obtenidos de OD, se ha determinado este punto de monitoreo como el segundo con los valores más altos.

➤ **Punto de monitoreo Rb-02**

**Tabla 35-3:** Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-02, durante el monitoreo.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>	<b># individuos-total</b>
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	34
COLEOPTERA	Elmidae	6	40
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	9	11
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	21
CRUSTACEOS	Hyaellidae	7	41
DIPTERA	Blepharoceridae	10	7
DIPTERA	Tipulidae	3	30
DIPTERA	Chironomidae	2	13
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	19
DIPTERA	Muscidae	2	15
GASTROPODA	Lymnaeidae	4	30
<b>TOTAL</b>			261

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el punto de monitoreo Rb-02, durante el monitoreo realizado se recolectaron en total 261 individuos, de los cuales la familia con mayor presencia de individuos es Hyaellidae que pertenece al orden Crustaceos, con 41 individuos; seguida con diferencia solo de un individuo la familia Elmidae, perteneciente al orden Coleoptera.

Según la tabla 3-2 posee una puntuación de 7 y 6, respectivamente; además según la tabla 1-1 nos muestra que el orden Coleoptera es un macroinvertebrado indicador de buena calidad del agua, el cual generalmente vive en lugares con concentración de oxígeno alto y temperatura media.

Esto posiblemente se debe a que en la zona, se obtuvo los valores más elevados de OD.

➤ **Punto de monitoreo Rb-03**

**Tabla 36-3:** Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-03, durante el monitoreo.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>	<b># individuos-total</b>
COLEOPTERA	Elmidae	6	20
COLEOPTERA	Scirtidae	7	23
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	48
DIPTERA	Tabanidae	5	34
DIPTERA	Tipulidae	3	26
DIPTERA	Chironomidae	2	19
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	22
DIPTERA	Culicidae	2	29
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	5
EPHEMENOPTERA	Beatidae	7	3
<b>TOTAL</b>			229

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el punto de monitoreo Rb-03, durante el monitoreo realizado se recolectaron en total 229 individuos, siendo de estos 48 de la familia Ceratopogonidae perteneciente al orden Diptera, que representa la familia con mayor número de individuos recolectados; según la tabla 3-2 posee una puntuación de 3; además según la tabla 2-1 nos muestra que es un macroinvertebrado indicador de aguas de baja calidad.

Generalmente se encuentran en fango, ambientes que poseen material orgánico o en descomposición y con bajos niveles de oxígeno.

Esto posiblemente se debe a que se encuentra cerca de la comunidad Palacio San Francisco; que es de las que posee mayor número de habitantes, además que en la zona, los niveles de oxígeno reducen.

➤ **Punto de monitoreo Rb-04**

**Tabla 37-3:** Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-04, durante el monitoreo.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>	<b># individuos-total</b>
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	66
COLEOPTERA	Elmidae	6	43
COLEOPTERA	Scirtidae	7	37
TRICHOPTERA	Hydrobiosidae	9	15
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	21
DIPTERA	Tipulidae	3	19
DIPTERA	Chironomidae	2	13
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	19
DIPTERA	Tabanidae	5	41
TRICHOPTERA	Leptoceridae	8	27
<b>TOTAL</b>			<b>301</b>

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el punto de monitoreo Rb-04, durante el monitoreo realizado se recolectaron en total 301 individuos, siendo de estos 66 de la familia Baetidae perteneciente al orden Ephemeroptera, que representa la familia con mayor número de individuos recolectados; según la tabla 3-2 posee una puntuación de 7; además según la tabla 1-1 nos muestra que es un macroinvertebrado indicador de buena calidad del agua; estos viven generalmente en aguas limpias y bien oxigenadas; de este orden solo algunas especies toleran cierto grado de contaminación.

Esto posiblemente se puede deber a que en la zona, el número de habitantes disminuye, por lo tanto las actividades que ellos desarrollan también; además se debe considerar que los valores medidos de OD se elevan ligeramente probablemente a causa del tributario presente que es el río Tarau.

➤ **Punto de monitoreo Rb-05**

**Tabla 38-3:** Total de individuos encontrados en el punto de monitoreo Rb-05, durante el monitoreo.

<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Puntaje</b>	<b># individuos-total</b>
DIPTERA	Chironomidae	2	7
LEPIDOPTERA	Pyralidae	5	16
EPHEMENOPTERA	Baetidae	7	25
CRUSTACEOS	Hyalellidae	7	11
DIPTERA	Culicidae	2	17
DIPTERA	Ceratopogonidae	3	27
Trichoptera	Hidrobiosidae	9	7
<b>TOTAL</b>			110

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En el punto de monitoreo Rb-05, durante el monitoreo realizado se recolectaron en total 110 individuos, siendo así el punto con menor número de macroinvertebrados recolectados, indicándonos que es el sitio con menor biodiversidad, a lo largo del río.

La familia con mayor presencia de individuos es Ceratopogonidae que pertenece al orden Diptera, según la tabla 3-2 posee una puntuación de 3; además según la tabla 2-1 nos muestra que es un macroinvertebrado indicador de aguas de baja calidad.

Generalmente se encuentran en fango, ambientes que poseen material orgánico o en descomposición y con bajos niveles de oxígeno.

Esto posiblemente se debe a que es el punto con los valores más bajos de oxígeno disuelto, además de la influencia de las actividades antrópicas que se desarrollan cerca de la zona.

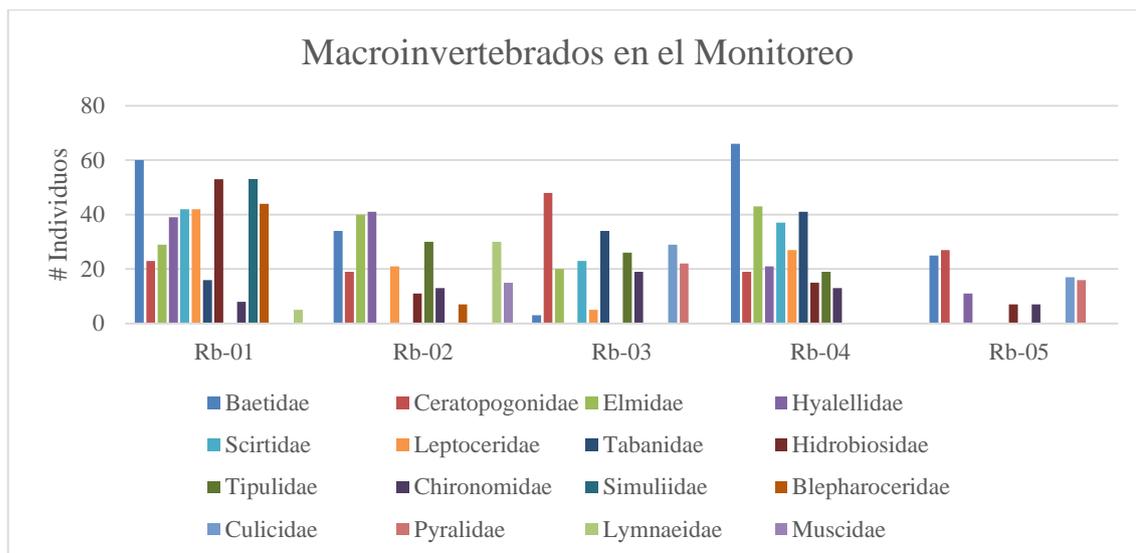
### **3.8 Macroinvertebrados Totales en el Monitoreo**

A continuación se muestra el número de individuos, de cada familia de macroinvertebrados, con su respectivo orden encontrados durante todo el monitoreo, en cada punto; con el puntaje correspondiente de acuerdo al índice BMWP/col, además del total de macroinvertebrados encontrados.

**Tabla 39-3:** Total de individuos encontrados, durante el monitoreo.

Orden	Familia	Puntaje	Rb-01	Rb-02	Rb-03	Rb-04	Rb-05	TOTAL
EPHEMEROPTERA	Baetidae	7	60	34	3	66	25	188
DIPTERA	Ceratopogonidae	6	23	19	48	19	27	136
COLEOPTERA	Elmidae	7	29	40	20	43	-	132
CRUSTACEOS	Hyalellidae	9	39	41	-	21	11	112
COLEOPTERA	Scirtidae	8	42	-	23	37	-	102
TRICHOPTERA	Leptoceridae	10	42	21	5	27	-	95
DIPTERA	Tabanidae	3	16	-	34	41	-	91
TRICHOPTERA	Hidrobiosidae	8	53	11	-	15	7	86
DIPTERA	Tipulidae	7	-	30	26	19	-	75
DIPTERA	Chironomidae	5	8	13	19	13	7	60
DIPTERA	Simuliidae	2	53	-	-	-	-	53
DIPTERA	Blepharoceridae	4	44	7	-	-	-	51
DIPTERA	Culicidae	3	-	-	29	-	17	46
LEPIDOPTERA	Pyralidae	2	-	-	22	-	16	38
GASTROPODA	Lymnaeidae	5	5	30	-	-	-	35
DIPTERA	Muscidae	2	-	15	-	-	-	15
<b>TOTAL</b>			414	261	229	301	110	1315

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 7-3:** Familias presentes en cada punto de monitoreo.

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

Durante el monitoreo realizado, se recolectaron un total 1 315 individuos, correspondientes a 16 familias diferentes, que pertenecen a 7 ordenes distintos.

En la figura 7-3 se observa la presencia de las distintas familias que están representadas por barras de distintos colores, en cada punto de monitoreo; en donde se puede notar claramente que en el punto Rb-05, existe menor cantidad de familias, mientras que en los demás puntos de monitoreo existe una equitatividad respecto al número de familias presentes.

### 3.9 Índice de Shannon Wiener

**Tabla 40-3:** Resultados del índice de Shannon

Punto de monitoreo	Índice de Shannon (H')
Rb-01	2.33
Rb-02	2.28
Rb-03	2.15
Rb-04	2.18
Rb-05	1.83

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

De acuerdo a los resultados obtenidos para el índice de Shannon se puede notar que el punto Rb-01 posee el valor más alto con 2.33 y el valor más bajo pertenece al punto Rb-05 con 1.83; este es el único punto que según la tabla 39-3 posee aguas con contaminación moderada, mientras los puntos restantes pertenecen al grupo del agua con contaminación ligera.

Además se puede distinguir que el punto Rb-01 posee una mayor biodiversidad; pero sin alejarse de los valores de los puntos Rb-02, Rb-03 y Rb-04 que también indican una buena biodiversidad, ligeramente menor a la del punto Rb-01; mientras que en el punto Rb-05 existe un notorio decrecimiento del valor obtenido, indicando una baja biodiversidad.

### 3.10 Coeficiente de Similitud de Jaccard

**Tabla 41-3:** Resultados del coeficiente de similitud de Jaccard

Similitud entre :	Coeficiente de similitud de Jaccard
1 y 2 (9)	Ij= 0.64
2 y 3 (6)	Ij= 0.40
3 y 4 (8)	Ij= 0.67
4 y 5 (5)	Ij= 0.42
1 y 5 (5)	Ij= 0.36
1 y 3 (7)	Ij= 0.47
1 y 4 (9)	Ij= 0.69
2 y 4 (8)	Ij= 0.62
2 y 5 (5)	Ij= 0.38
3 y 5 (5)	Ij= 0.42

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

Los valores obtenidos mediante la aplicación del coeficiente de similitud de Jaccard, nos muestran que; con un valor de 0.69, el punto Rb-01 en relación al punto Rb-04 poseen el valor más elevado de similitud; seguido no con mucha diferencia de la relación entre el punto Rb-03 y Rb-04, con un valor de 0.67.

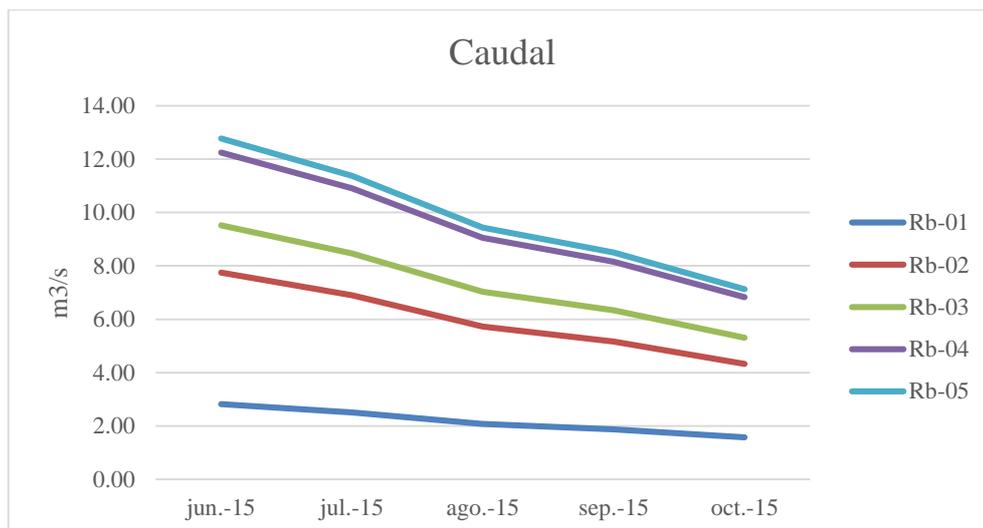
Por otra parte con un valor de 0.36 se nota el valor más bajo de similitud entre el punto Rb-01 y Rb-05; seguido de la relación entre el punto Rb-02 y Rb-05, obteniéndose un valor de 0.38.

### 3.11 Resultados de caudal

**Tabla 42-3:** Resultados de caudal, durante el monitoreo.

Caudal (m3/s)						
Punto de Monitoreo	jun-15	jul-15	ago-15	sep-15	oct-15	Promedio
<b>Rb-01</b>	2.82	2.51	2.08	1.88	1.57	2.17
<b>Rb-02</b>	7.75	6.90	5.73	5.16	4.32	5.97
<b>Rb-03</b>	9.51	8.47	7.03	6.33	5.31	7.33
<b>Rb-04</b>	12.25	10.90	9.05	8.15	6.83	9.44
<b>Rb-05</b>	12.77	11.37	9.44	8.50	7.13	9.84

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015



**Gráfico 8-3:** Variación de caudales durante el monitoreo

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

En los caudales obtenidos durante el monitoreo, se puede notar claramente en la figura 8-3, un incremento del caudal, por punto de monitoreo; es decir que a medida que el curso del río avanza, el caudal del mismo también, esto puede ser debido a que en su trayecto, recibe aguas de varios ríos tributarios, uno de consideración de estos es el Río Collanes, además se encuentran presentes descargas de agua, y además se tiene que considerar el incremento de agua a su curso gracias a los deshielos del Nevado El Altar.

Se observa que el mes de Junio, presenta el mayor caudal en todos los puntos de monitoreo, teniendo un descenso, a través del tiempo, teniendo el mes de Octubre con los menores caudales en cada punto de monitoreo.

Posiblemente puede ser debido a las precipitaciones que se dieron en cada mes de monitoreo, ya que el caudal se ve directamente afectado por las mismas.

Se puede notar que en el punto de monitoreo Rb-05, en el mes de Junio se presenta el mayor caudal medido con  $12.77 \text{ m}^3/\text{s}$ , mientras que el menor caudal se encuentra en el mes de Octubre en el punto de monitoreo Rb-01, con  $1.57 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### 3.12 Análisis Estadístico

**Tabla 43-3:** Matriz de correlaciones entre todos los parámetros.

Matriz de correlaciones <sup>a,b</sup>										
		orden	familia	punto monitoreo	T°	pH	C.E	salinidad	TDS	caudal
Correlación	orden	1,000	,831	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	familia	,831	1,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
	punto monitoreo	,000	,000	1,000	,806	,875	,794	,797	,794	,932
	T°	,000	,000	,806	1,000	,525	,316	,320	,316	,754
	pH	,000	,000	,875	,525	1,000	,765	,767	,765	,873
	C.E.	,000	,000	,794	,316	,765	1,000	1,000	1,000	,721
	salinidad	,000	,000	,797	,320	,767	1,000	1,000	1,000	,727
	TDS	,000	,000	,794	,316	,765	1,000	1,000	1,000	,721
	caudal	,000	,000	,932	,754	,873	,721	,727	,721	1,000

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

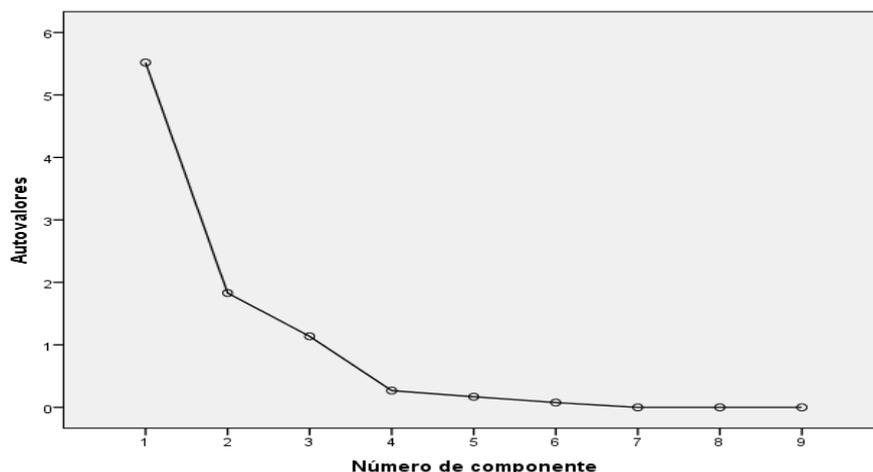
Se obtuvo un determinante de 0,000 lo que significa que existe correlación entre los parámetros.

**Tabla 44-3:** Extracción del número óptimo de factores

Varianza total explicada									
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	5,519	61,325	61,325	5,519	61,325	61,325	4,132	45,915	45,915
2	1,831	20,341	81,666	1,831	20,341	81,666	2,523	28,039	73,954
3	1,137	12,629	94,295	1,137	12,629	94,295	1,831	20,341	94,295
4	,268	2,973	97,268						
5	,169	1,881	99,149						
6	,077	,851	100,000						
7	9,869E-017	1,097E-015	100,000						
8	-5,064E-016	-5,627E-015	100,000						
9	-7,858E-016	-8,731E-015	100,000						

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

El porcentaje de varianza nos indica que existen tres componentes del cual el primero es el que mayormente contribuye ya que tiene un valor de 61,325%.



**Gráfico 9-3:** Gráfico de sedimentación

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

Este gráfico nos indica en el eje Y el valor propio de cada componente y en el eje X el número de componente. Sobre el auto valor 1 se indican tres componentes.

**Tabla 45-3:** Rotación de la solución

<b>Matriz de componentes rotados</b>			
	Componente		
	1	2	3
conductividad	,973	,206	
TDS	,973	,206	
salinidad	,972	,210	
pH	,712	,561	
temperatura		,968	
caudal	,594	,760	
punto monitoreo	,652	,751	
familia			,957
orden			,957
Método de extracción: Análisis de componentes principales. Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser. <sup>a</sup>			

Realizado por: Lesly Reinoso. 2015

La matriz nos indica los parámetros que se relacionan mejor entre sí para cada componente: componente 1 (conductividad, TDS, salinidad y pH), componente 2 (temperatura, caudal y punto de monitoreo), componente 3 (familia y orden).

**Tabla 46-3:** Puntuaciones de los sujetos en las nuevas dimensiones.

<b>Matriz de transformación de las componentes</b>			
Componente	1	2	3
1	,827	,563	,000
2	,000	,000	1,000
3	-,563	,827	,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

**Realizado por:** Lesly Reinoso. 2015

Cada uno de los tres componentes nos indica diferentes coyunturas, es decir que cada uno de los componentes contribuye a la investigación de diferente manera.

## CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de la calidad del agua del Rio Blanco, en el periodo junio – octubre del 2015, realizando un muestreo por mes; con la utilización de bioindicadores, en este caso macroinvertebrados acuáticos mediante el índice BMWP/Col.
- Se establecieron cinco puntos de monitoreo a lo largo del Rio Blanco, para los cuales se consideró: facilidad y seguridad para el ingreso, información impartida por los habitantes de la zona, ríos tributarios y principales actividades antrópicas influyentes sobre el Rio; estos fueron asignados de la siguiente manera: punto de monitoreo 1 (Rb-01), considerado el punto testigo en la parte alta de la microcuenca; punto de monitoreo 5 (Rb-05), ubicado en la parte baja de la microcuenca, antes de la desembocadura al Rio Chambo; puntos de monitoreo 2, 3, 4 (Rb-02, Rb-03, Rb-04), ubicados entre los dos puntos de monitoreo ya mencionados y son influenciados por las condiciones que se mencionan anteriormente.
- Se determinó que en el punto Rb-01 se tiene una calidad de agua aceptable mediante el índice BMWP/Col, lo cual indica la presencia de agua ligeramente contaminada.
- Para el punto Rb-02 y Rb-04, se estableció una calidad de agua dudosa, mediante el índice BMWP/Col, lo cual indica la presencia de agua moderadamente contaminada.
- En el punto Rb-03 y Rb-05 se identifica una calidad de agua critica, mediante el índice BMWP/Col, lo cual muestra la presencia de aguas muy contaminadas
- Mediante un promedio total, se determinó que la calidad de agua del Rio Blanco es dudosa, lo que indica la presencia de agua moderadamente contaminada.
- Mediante el índice de diversidad de Shannon se determinó que el punto Rb-01 posee la mayor biodiversidad, sin tener gran diferencia con los valores encontrados en los puntos Rb-02, Rb-03 y Rb-04 que indican una buena biodiversidad, mientras que en el punto Rb-05, se encontró una baja biodiversidad.
- Empleando el coeficiente de Jaccard se determina que entre todas las familias de macroinvertebrados, encontradas en cada punto de monitoreo existe similitud; teniéndose el valor más alto de similitud entre los puntos de monitoreo Rb-01 y Rb-04, mientras que el valor más bajo de similitud se tiene entre los puntos de monitoreo Rb-01 y Rb-05.

- Se estableció en la matriz de correlaciones perteneciente al análisis factorial un determinante igual a 0.000, lo que nos muestra que existe correlación entre todos los parámetros analizados durante el monitoreo.
- Al aplicar un análisis factorial se determinó la existencia de 3 componentes principales; los cuales agrupan distintos parámetros medidos durante el monitoreo de acuerdo a la relación que tienen entre sí, y se muestra que cada uno de estos componentes contribuye a la investigación de diferente manera.
- Se determinó los componentes principales que están conformados de la siguiente manera: componente 1 que abarca conductividad, TDS, salinidad y pH; componente 2 que abarca temperatura, caudal, punto de monitoreo; componente 3 que abarca Familia y orden.
- Se determina que los parámetros del componente 2 que son T°, Q y punto de monitoreo, están estrechamente relacionados con el componente 3 que incluye la familia y el orden de los macroinvertebrados.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda, continuar con la capacitación a las comunidades perteneciente a la microcuenca del Rio Blanco; ya que ellos son los principales responsables del cuidado, estado y manejo de la zona.
- Se sugiere realizar monitoreos como el presente durante un año por lo menos en la microcuenca del Rio Blanco, para así obtener mayor información y más clara, durante cada estación del año para conseguir una perspectiva más amplia y clara de los macroinvertebrados existentes en cada zona.
- Se recomienda desarrollar investigaciones sobre la calidad del agua en el Ecuador mediante macroinvertebrados, ya que esta información es muy escasa y socializarla; para llegar a una metodología propia para nuestro país.
- Se propone continuar con los monitoreos de caudal, añadiendo mediciones de precipitación en las distintas zonas de la microcuenca; para lograr un mayor entendimiento sobre el comportamiento que este tiene, y por consiguiente la estrecha relación que existe entre estos.

## BIBLIOGRAFÍA

**BREÑA PUYOL, Agustín; & JACOBO VILLA, Marco.** *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. México. Universidad Autónoma Metropolitana. 2006. p.23

**CALDERÓN José.** *Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad fisicoquímica del agua en la parte alta de la quebrada El Carracá del municipio de Los Santos departamento Santander*. (En línea) (TESIS PREGRADO). Universidad Industrial de Santander. Especialización en Química Ambiental. Bucaramanga. 2004. pp. 39, 43,44, 48, 52, 54, 56,67.

Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/macroinvertebrados-calidad-fisicoquimica-agua-santos/macroinvertebrados-calidad-fisicoquimica-agua-santos.pdf>.

Consulta: 2015-08-29

**CARRERA REYES, Carlos; & FIERRO PERALBO, Karol.** *Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad de Agua*. Quito – Ecuador. ECOCIENCIA. 2001. pp. 28, 29,30

**CARRIE, Jim.** *Manual de Manejo de Cuencas*. World Vision. 2012. p. 9

**CHAMORRO, Gladys.** *Guía de Hidrometría*. Lima-Perú. SENAMHI. 2011. pp. 5-14

**GADPCH.** *Plan de manejo y congestión de la microcuenca hidrográfica del río Blanco*. Riobamba – Ecuador. 2013. pp. 14, 27,29, 32, 46

**ECOTRÓPICOS.** *El Uso de los Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de la Condición Ecológica de los Cuerpos de Agua Corriente*. Mérida- Venezuela. Sociedad Venezolana de Ecología. 2003. Índices Bióticos. p. 48

Disponible en :  
[https://www.academia.edu/3118325/EL\\_USO\\_DE\\_LOS\\_MACROINVERTEBRADOS\\_BENTONICOS\\_COMO\\_INDICADORES\\_DE\\_LA\\_CONDICION\\_ECOLOGICA\\_DE\\_LOS\\_CUERPOS\\_DE\\_AGUA\\_CORRIENTE\\_BENTHIC\\_MACROINVERTEBRATES\\_AS\\_INDICATORS\\_IN\\_THE\\_ECOLOGICAL\\_ASSESSMENT\\_OF\\_STREAMS](https://www.academia.edu/3118325/EL_USO_DE_LOS_MACROINVERTEBRADOS_BENTONICOS_COMO_INDICADORES_DE_LA_CONDICION_ECOLOGICA_DE_LOS_CUERPOS_DE_AGUA_CORRIENTE_BENTHIC_MACROINVERTEBRATES_AS_INDICATORS_IN_THE_ECOLOGICAL_ASSESSMENT_OF_STREAMS).

Consulta: 2015-08-22

**GAMBOA, Maribet. et al.** *Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de Salud Ambiental*. Venezuela. 2008. pp. 109-112

**MILIARIUM.** *Índices Globales de Calidad de las Aguas*. Madrid – España. MILIARIUM. 2010.

Disponible en:

<http://www.miliarium.com/prontuario/Indices/IndicesCalidadAgua.htm#Introduccion>

Consulta: 2015-08-15

**MORENO, Claudia.** *Métodos para Medir la Biodiversidad*. Zaragoza. M&T–Manuales y Tesis SEA. 2001. pp. 43, 44, 47, 48.

**ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD** - Nota descriptiva N°39. *Agua*, OMS. 2015.

Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>

Consulta: 19-06-2015

**Organización Meteorológica Mundial.** *Guía de Prácticas Hidrológicas*. 5ª Ed. OMM. 1994. p. 147

**PRAT, Narcis. et. al.** *Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas*. Tucumán-Argentina. Fundación Miguel Lillo. 2010. pp. 7, 10,11

**REOLON, Luis.** *Programa de formación Iberoamericano en Materia de Aguas*. Buenos Aires-Argentina. MVOTMA. 2010. pp. 7-9

**ROLDAN PEREZ, Gabriel Alfonso.** *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia*. Antioquia-Colombia. Universidad de Antioquia. 2003. pp. 29-136

**ROLDAN PEREZ, Gabriel Alfonso.** *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Bogotá – Colombia. Fondo para la protección del medio ambiente. 1988. pp. 7-172

**SEGNINI, Samuel.** *El uso de los Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de la Condición Ecológica de los Cuerpos de Agua Corriente*. Mérida - Venezuela. ECOTROPICOS. 2003. pp. 48, 49,50.

**SEVERICHE SIERRA, Carlos Alberto. et al.** *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas.* Cartagena de Indias – Colombia. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso. 2013. pp. 12, 23, 26, 28,54

Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>

Consulta: 2015-08-15

**YONG, RONNY EMILIO.** *Influencia de la cobertura vegetal ribereña sobre los macroinvertebrados acuáticos y la calidad hídrica en ríos del bosque protector Murocomba, cantón Valencia, Ecuador.* (En línea) (TESIS PREGRADO). Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Ambientales. Quevedo- Ecuador. 2015. pp. 19,20, 29,30, 33, 59, 60, 61, 65, 66

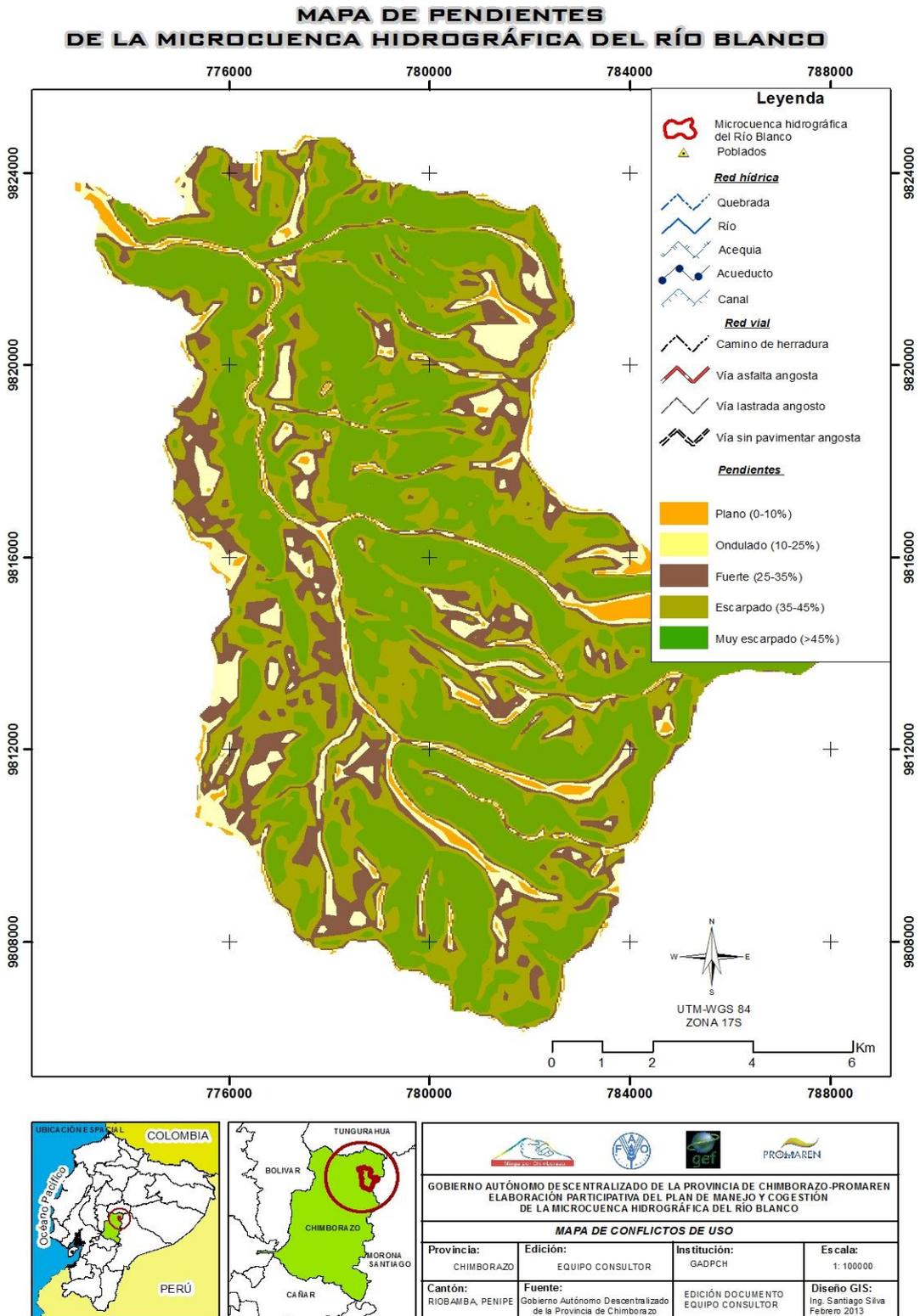
Disponible en: <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/288>

Consulta: 2015-08-15

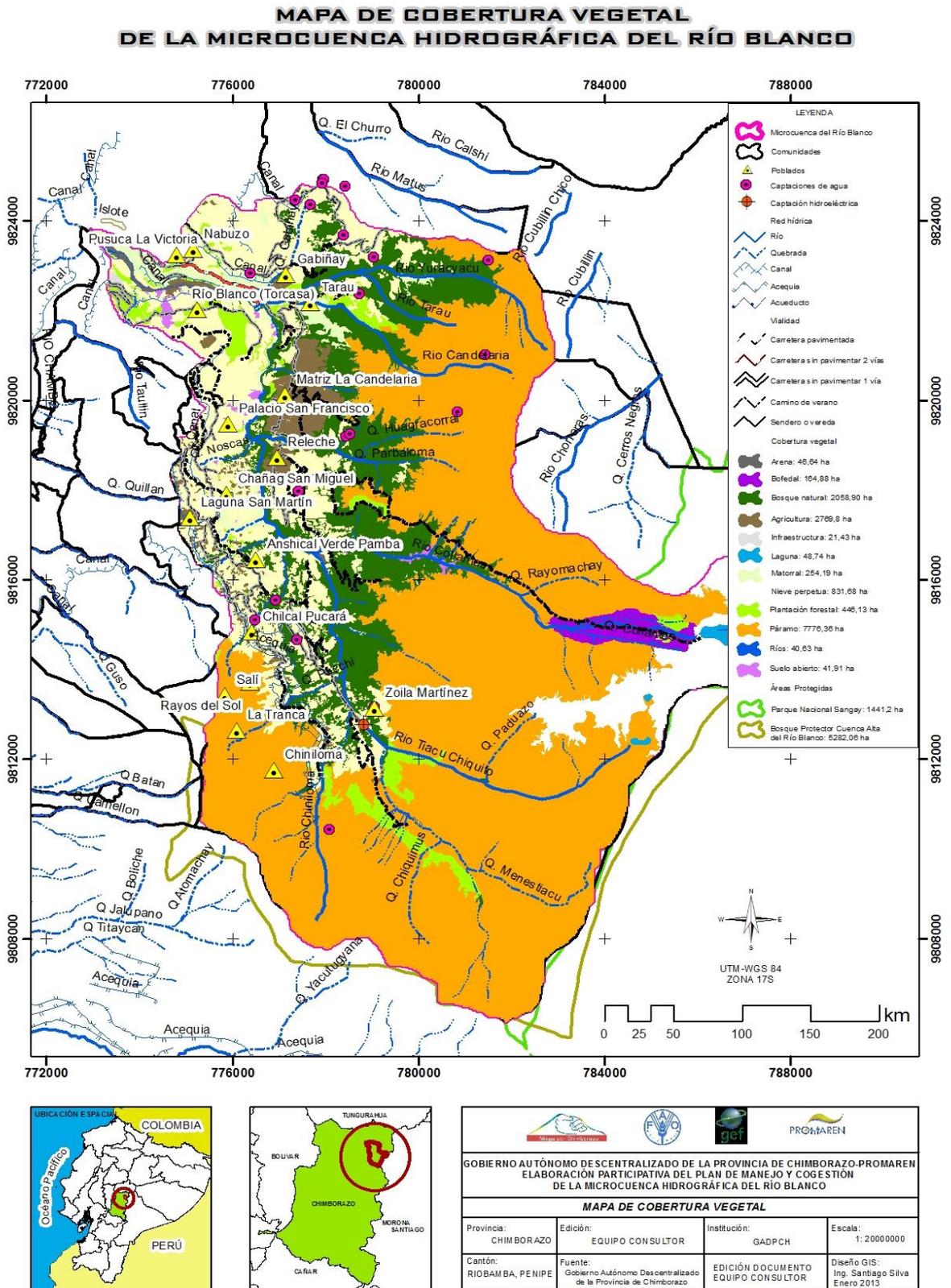
**ZURY OCAMPO, William.** *Manual de Planificación y Gestión Participativa de Cuencas y Microcuencas.* Loja – Ecuador. FAO. 2008. pp. 60-67

# ANEXOS

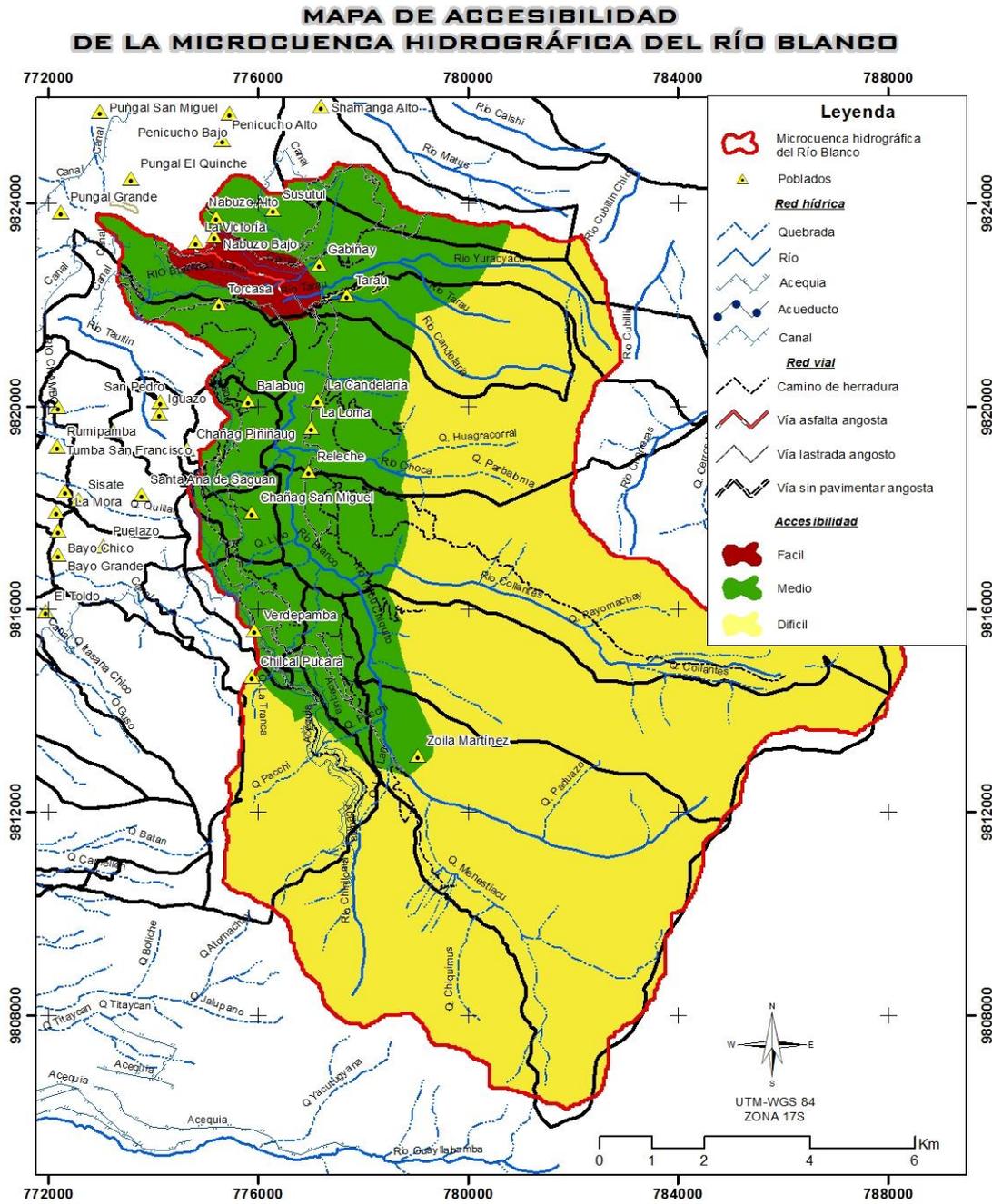
Anexo A: Figura de las pendientes de la microcuenca del Rio Blanco



Anexo B: Figura de la cobertura vegetal de la microcuenca del Río Blanco

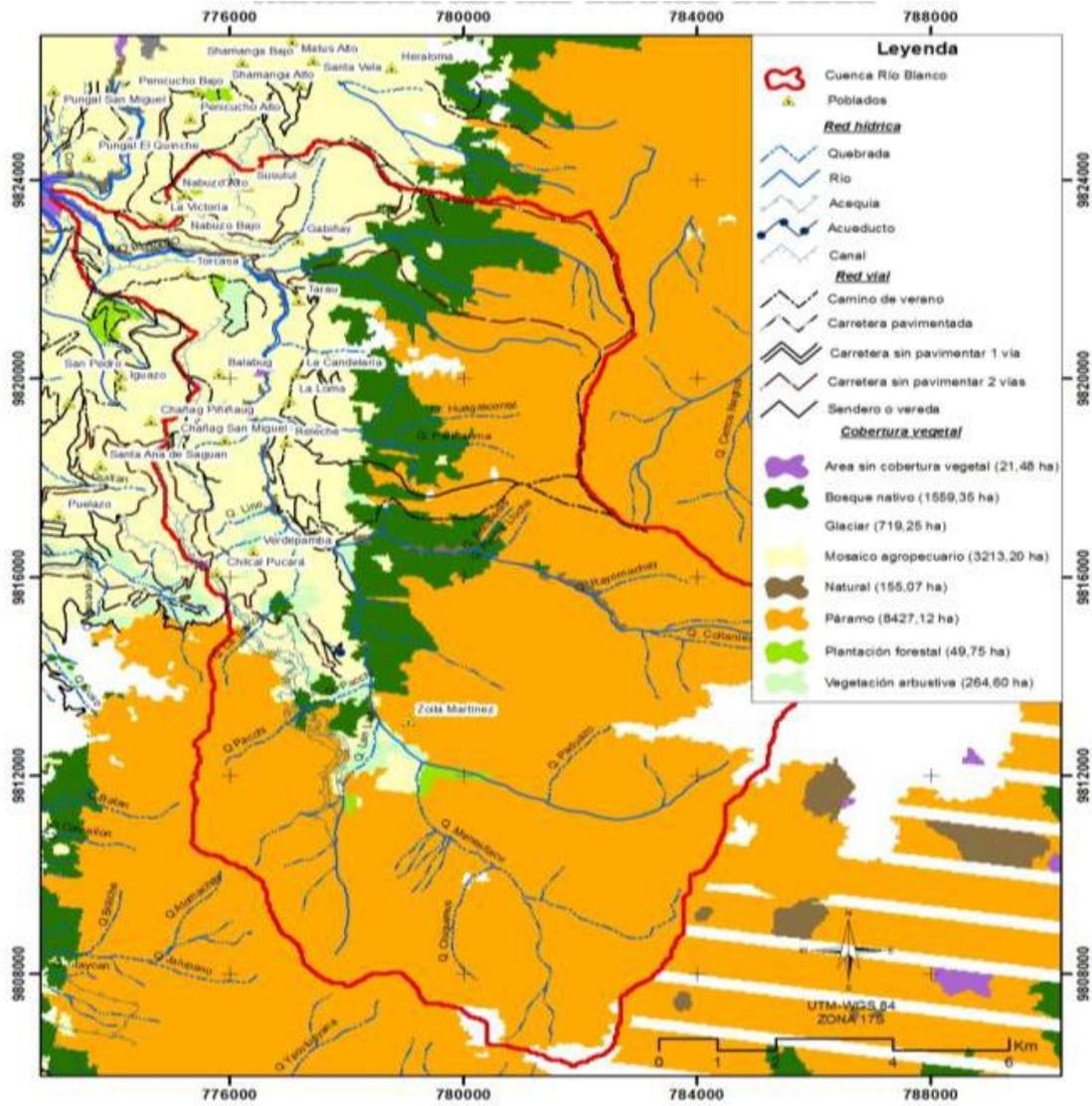


Anexo C: Figura de accesibilidad de la microcuenca del Río Blanco



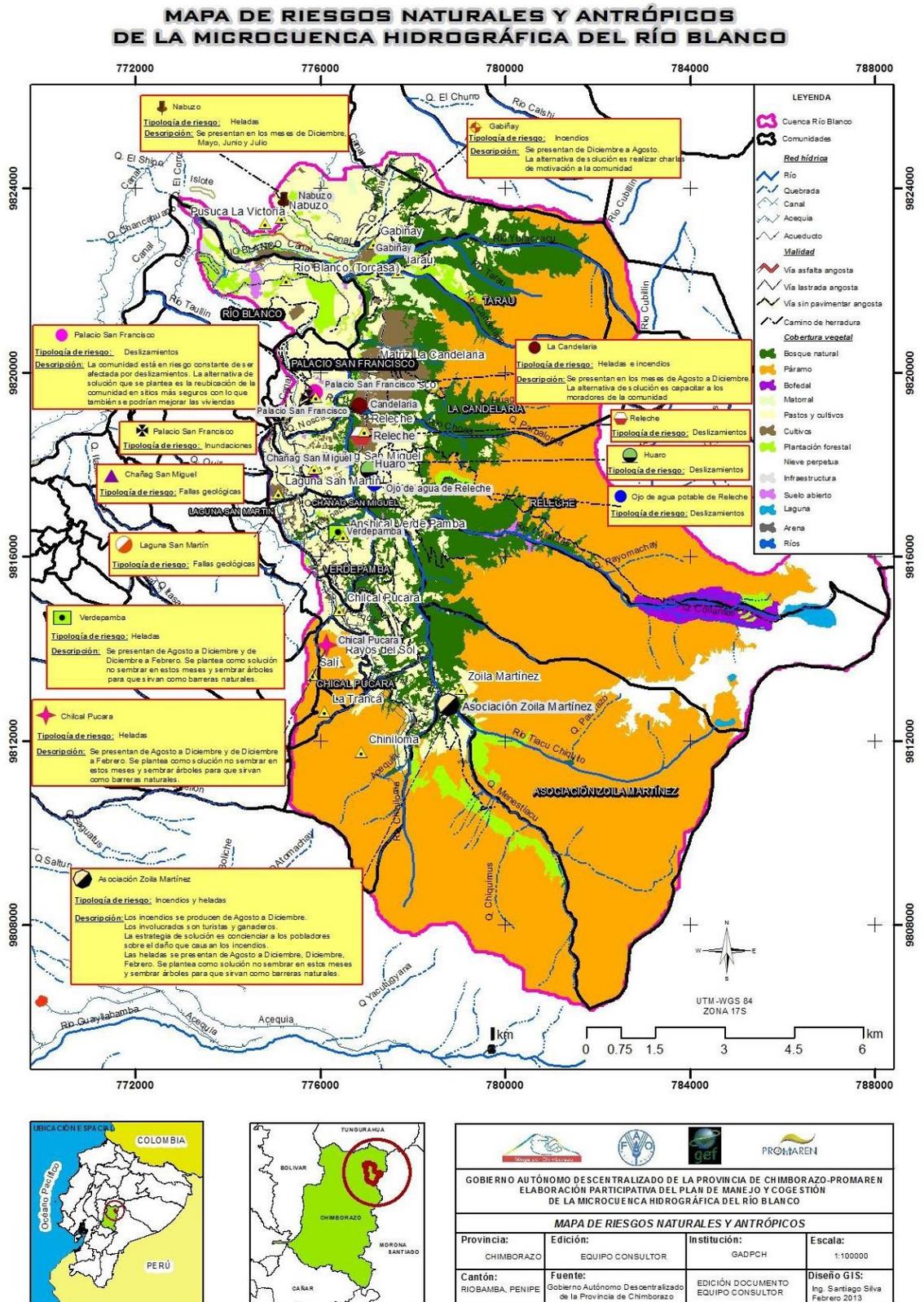
GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO-PROMAREN ELABORACIÓN PARTICIPATIVA DEL PLAN DE MANEJO Y COGESTIÓN DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BLANCO			
<b>MAPA DE CONFLICTOS DE USO</b>			
Provincia: CHIMBORAZO	Edición: EQUIPO CONSULTOR	Institución: GADPCH	Esca: 1: 100000
Cantón: RIOBAMBA, PENIPE	Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo	EDICIÓN DOCUMENTO EQUIPO CONSULTOR	Diseño GIS: Ing. Santiago Silva Febrero 2013

Anexo D: Figura de uso del suelo en el año 2008 de la microcuenca del Río Blanco

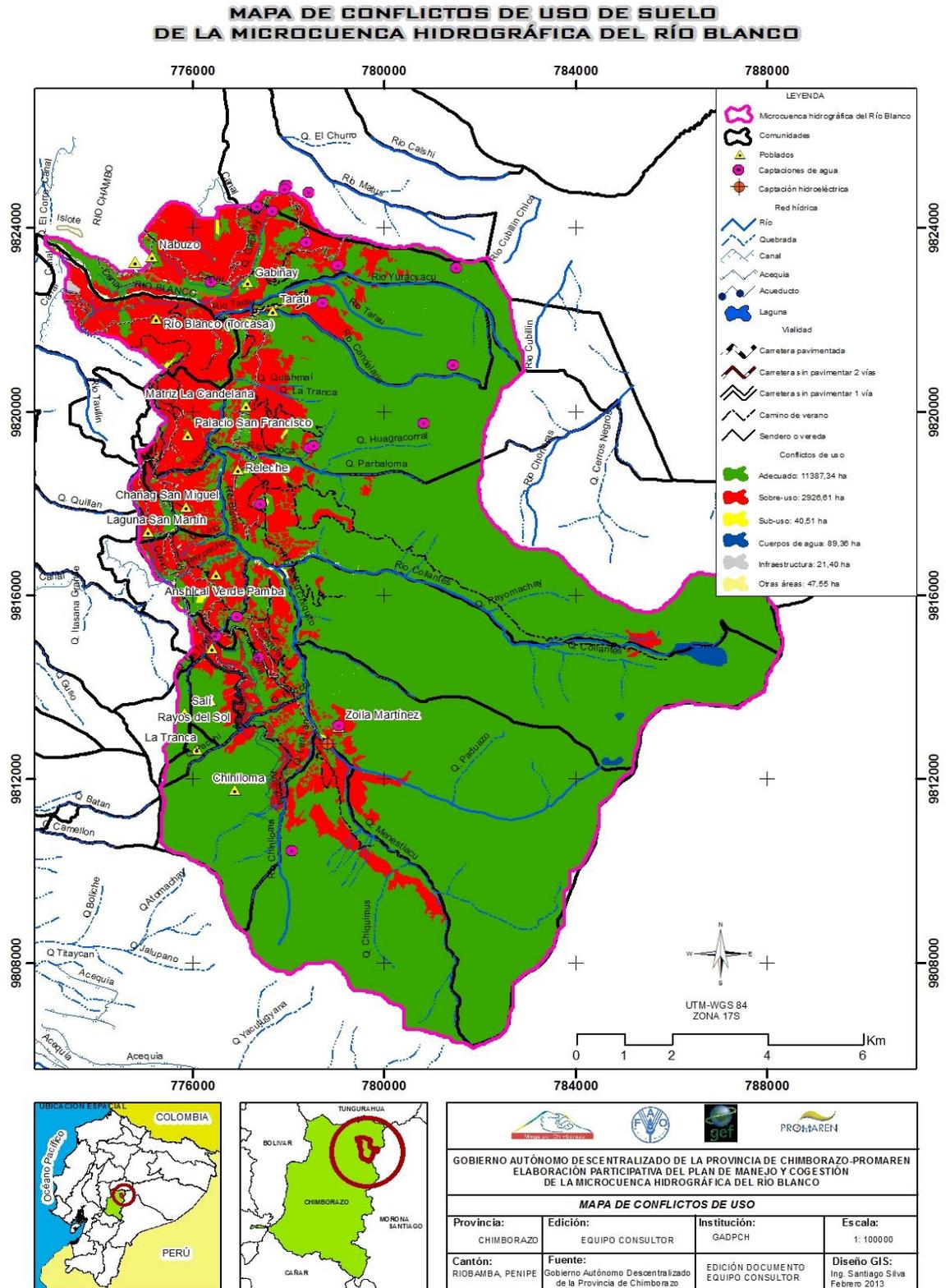


<b>Gobierno Provincial de Chimborazo-PROMAREN</b> <b>ELABORACIÓN PARTICIPATIVA DEL PLAN DE MANEJO Y COGESTIÓN</b> <b>DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO BLANCO</b>			
<b>MAPA DE COBERTURA VEGETAL</b>			
Provincia: CHIMBORAZO	Edición: EQUIPO CONSULTOR	Institución: GOBIERNO PROVINCIAL DE CHIMBORAZO	Escala: 1:700000
Cantón: RIOBAMBA, PENPE, CHAMBO	Fuente: Gobierno Provincial de Chimborazo	EDICIÓN DOCUMENTO EQUIPO CONSULTOR	Diseño GIS: Ing. Santiago Silva Febrero 2013

Anexo E: Figura de riesgos naturales y antropicos de la microcuenca del Rio Blanco



Anexo F: Figura de conflictos de uso del suelo de la microcuenca del Río Blanco.



**Anexo G:** Registro de asistencia, con tecnicos del GADPCH, para reunion informativa.



**Registro de Asistencia**

Fecha: 13-Mayo-2015

Lugar: Riobamba GADPCH.

Tema: Reunión informativa, sobre el proyecto de calidad del agua, en las distintas microcuencas de la provincia de Chimborazo, que próximamente, dará comienzo

N°	Nombre y Apellido	C.I.	Teléfono	Firma
1	Lesly Reinoso	060404507-0	0984047854	
2	KARINA BAUTISTA	060337121-2	0998630652	
3	Andrés Godoy	0207410360	0984410733	

Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco de la provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

**Anexo H:** Registro de asistencia de la reunion en el GADPCH, para la preparacion de la socializacion.



**Registro de Asistencia**

Fecha: 10 - Junio - 2015

Lugar: Riobamba GADPCH

Tema: Coordinación para la socialización del proyecto que se realizará en la microcuenca del Rio Blanco.

N°	Nombre y Apellido	C.I.	Teléfono	Firma
1	Karina Bautista	060337121-2	0998630652	
2	Lesly Reinoso	060404507-0	0984047854	

Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco de la provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

**Anexo I:** Registro de asistencia de la reunion en el GADPCH, para la preparacion del primer monitoreo.



### Registro de Asistencia

Fecha: 25-Jun-2015.

Lugar: Riobamba GADPCH

Tema: Coordinar detalles, para el primer monitoreo que se realizará.

N°	Nombre y Apellido	C.I.	Teléfono	Firma
1	Karina Bautista R	060337121-2	0998630652	
2	Carmita Altamirano	060330686-1	0998430411	
3	Lesly Reinoso	060404507-0.	0984047854	

Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco de la provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

**Anexo J:** Registro de asistencia de la reunion en el GADPCH, por la finalizacion del monitoreo.



**Registro de Asistencia**

Fecha: 05- Noviembre - 2015

Lugar: Rioabamba - GADPCH.

Tema: Coordinación x la finalización de los muestreos.

N°	Nombre y Apellido	C.I.	Teléfono	Firma
1	Lesly Reinoso	060404507-0	0984047854	
2	Carmita Altamirano	060330686-1	0998430411	
3	Karina Bautista	060337121-2	0998630652	

Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco de la provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores.

**Anexo K: Registro de asistencia a la socialización del proyecto "Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco."**

**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

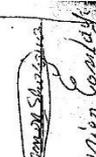
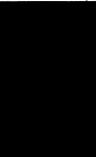


**MESA PROVINCIAL DE AMBIENTE DE CHIMBORAZO**  
**REGISTRO DE PARTICIPANTES**

FECHA: 11-Jun-2015

EVENTO: Socialización del proyecto "Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Rio Blanco"

LUGAR: Junta Parroquial - Quimsac

N°	H	M	NOMBRE	ORGANIZACION / INSTITUCION	N° C.I.	E-Mail	TELEFONO	FIRMA
1	X		Manuel Grillo	comarca	060219956-4		092567094	
2	X		Yoselin Quimsac	Chimborazo	060007188-9			
3	X		Fidel Pared	Chimborazo	060210384-8		0968754139	
4	X		Ulises Bermudez	Chimborazo				
5	X		Manuel Pared		06040304814			
6	X		Regulo Lopez	Vendespamba	060421802-3			
7	X		Ramon Araujo	Vendespamba	060205113-4			
8	X		Manuel Grillo	Sala				
9	X		Ulises Bermudez	comite de gestion M.C. Rio Blanco	060074312-4	Gri.kalbo.Aramando@gmail.com		

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO

Proyecto de Manejo de Recursos Naturales "PROMAREN"

LISTA DE PARTICIPANTES

Evento: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

No.	H	M	NOMBRES COMPLETOS	ORGANIZACIÓN / INSTITUCIÓN	CÉDULA I.	E-MAIL	TELÉFONO	FIRMA
10	X		Igorio Capalmy	Comité Municipal de agua potable	060324759.9		0991784463	
11	X		Esposito Quijara	Junta comunal	0602328023		0981227725	
12	X		Lesly Reinoso Aguirre	ESPOCH	060404507-0	Lesly1803@hotmail.com	0981047854	
13	X		Karina Baustista R.	GADRM - PROMAREN	060387121-2	Kbaustista@chimboraizo.gob.ec	0988630652	

**Anexo L:** Hoja de datos para determinar caudal

<b>HOJA DE CAMPO PARA DATOS DE CAUDAL</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Punto de monitoreo:</b>		
<b>Datos</b>		<b>Valores</b>
Distancia Recorrida (m)		
Tiempo (s)	T 1	
	T 2	
	T 3	
	T 4	
	T 5	
Profundidades (m)	P1	
	P2	
	P3	
	P4	
Ancho del Rio (m)		
# Subsecciones del ancho		
Factor de corrección		0.66

**Anexo M:** Hoja de registro de parametros Fisico - Quimicos.

<b>Registro de Parametros fisico - Quimicos</b>		
<b>Microuenca del Rio Blanco</b>		
<b>Fecha:</b>		
<b>Punto de monitoreo:</b>		
<b>Parametro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Temperatura	°C	
pH	-	
Conductividad Eléctrica	µS/cm	
Salinidad	ppt	
(TDS)	ppm	
OD	mg/L	

**Anexo N:** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico, que únicamente requieren tratamiento convencional.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio	Al	mg/l	0,2
Amoníaco	N-Amoniaco	mg/l	1,0
Amonio	NH <sub>4</sub>	mg/l	0,05
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,1
Cloruro	Cl	mg/l	250
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Coliformes Totales	nmp/100 ml		3 000
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		600
Color	color real	unidades de color	100
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2,0
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Bifenilo policlorados/PCBs	Concentración de PCBs totales	µg/l	0,0005
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante			Ausencia
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			Es permitido olor y sabor removible por tratamiento convencional
Oxígeno disuelto	O.D.	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sólidos disueltos totales		mg/l	1 000
Sulfatos	SO4=	mg/l	400
Temperatura		°C	Condición Natural + o - 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	100
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<b>*Productos para la desinfección</b>		mg/l	0,1
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C6H6	µg/l	10,0
Benzo(a) pireno		µg/l	0,01
Etilbenceno		µg/l	700
Estireno		µg/l	100
Tolueno		µg/l	1 000
Xilenos (totales)		µg/l	10 000
<b>Pesticidas y herbicidas</b>			
Carbamatos totales	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,01
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	mg/l	0,1
Dibromocloropropano (DBCP)	Concentración total de DBCP	µg/l	0,2
Dibromoetileno (DBE)	Concentración total de DBE	µg/l	0,05
Dicloropropano (1,2)	Concentración total de dicloropropano	µg/l	5
Diquat		µg/l	70
Glifosato		µg/l	200
Toxafeno		µg/l	5
<b>Compuestos Halogenados</b>			

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Tetracloruro de carbono		µg/l	3
Dicloroetano (1,2-)		µg/l	10
Dicloroetileno (1,1-)		µg/l	0,3
Dicloroetileno (1,2-cis)		µg/l	70
Dicloroetileno (1,2-trans)		µg/l	100
Diclorometano		µg/l	50
Tetracloroetileno		µg/l	10
Tricloroetano (1,1,1-)		µg/l	200
Tricloroetileno		µg/l	30
Clorobenceno		µg/l	100
Diclorobenceno (1,2-)		µg/l	200
Diclorobenceno (1,4-)		µg/l	5
Hexaclorobenceno		µg/l	0,01
Bromoximil		µg/l	5
Diclorometano		µg/l	50
Tribrometano		µg/l	2

**Anexo O:** Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieran desinfección.

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permissible
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Aluminio total	Al	mg/l	0,1
Amoniaco	N-amoniacal	mg/l	1,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,01
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Color	color real	Unidades de color	20
Coliformes Totales	nmp/100 ml		50*
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/l	250
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002

<b>Parámetros</b>	<b>Expresado Como</b>	<b>Unidad</b>	<b>Límite Máximo Permisible</b>
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,002
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,05
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO <sub>5</sub>	mg/l	2
Dureza	CaCO <sub>3</sub>	mg/l	500
Estaño	Sn	mg/l	2,0
Fluoruros	F	mg/l	Menor a 1,4
Hierro (total)	Fe	mg/l	0,3
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso (total)	Mn	mg/l	0,1
Materia Flotante			<b>Ausencia</b>
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Nitrato	N-Nitrato	mg/l	10,0
Nitrito	N-Nitrito	mg/l	1,0
Olor y sabor			<b>Ausencia</b>
Oxígeno disuelto	O.D	mg/l	No menor al 80% del oxígeno de saturación y no menor a 6 mg/l
Plata (total)	Ag	mg/l	0,05
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,05
Potencial de Hidrógeno	pH		6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sodio	Na	mg/l	200
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	250
Sólidos disueltos totales		mg/l	500
Temperatura	°C		Condición Natural +/- 3 grados
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Turbiedad		UTN	10
Uranio Total		mg/l	0,02
Vanadio	V	mg/l	0,1
Zinc	Zn	mg/l	5,0
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>			
Benceno	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	mg/l	0,01
Benzo-a- pireno		mg/l	0,00001
<b>Pesticidas y Herbicidas</b>			
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados	mg/l	0,01

Parámetros	Expresado Como	Unidad	Límite Máximo Permisible
Organofosforados y carbamatos	totales Concentración de organofosforados y carbamatos totales.	mg/l	0,1
Toxafeno		µg/l	0,01
<b>Compuestos Halogenados</b>			
Tetracloruro de carbono		mg/l	0,003
Dicloroetano (1,2-)		mg/l	0,01
Tricloroetano (1,1,1-)		mg/l	0,3

**Anexo P:** Criterios de calidad admisibles para aguas de uso agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sólidos disueltos totales		mg/l	3 000,0
Transparencia de las aguas medidas con el disco secchi.			mínimo 2,0 m
Vanadio	V	mg/l	0,1
Aceites y grasa	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Coniformes Totales	nmp/100 ml		1 000
Huevos de parásitos		Huevos por litro	cero
Zinc	Zn	mg/l	2,0

#### Anexo Q: Criterios de calidad para aguas de uso pecuario

Parámetros	Expresado como	Unidad	Valor máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,2
Bario	Ba	mg/l	1,0
Boro (total)	B	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Carbamatos (totales)	Concentración de carbamatos totales	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN <sup>-</sup>	mg/l	0,2
Cinc	Zn	mg/l	25,0
Cobre	Cu	mg/l	0,5
Cromo hexavalente	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	1,0
Litio	Li	mg/l	5,0
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,5
Molibdeno	Mo	mg/l	0,005
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Nitratos + nitritos	N	mg/l	10,0
Nitritos	N-nitrito	mg/l	1,0
Níquel	Ni	mg/l	0,5



<b>Total</b>			

**Anexo S: Puntos de monitoreo**

Rb - 01



Rb - 02



Rb-03



Rb-04



Rb-05



**Anexo T:** Calidad del agua promedio, para cada punto de monitoreo mediante BMWP/Col.

Promedio del Puntaje Total Durante el Monitoreo		
Punto de monitoreo	Total del puntaje	Calidad (BMWP/Col)
Rb-01	70	Aceptable
Rb-02	49	Dudosa
Rb-03	31	Critica
Rb-04	49	Dudosa
Rb-05	25	Critica

**Anexo U:** Equipos utilizados

Estereoscopio



Medidor Multiparametros



Medidor de OD



Pinzas



**Anexo V: Muestreo de macroinvertebrados**



**Anexo W: Medición de caudales en campo.**



**Anexo X:** Georeferenciación de puntos de monitoreo



**Anexo Y:** Toma de muestras de agua.



**Anexo Z:** Identificación de macroinvertebrados



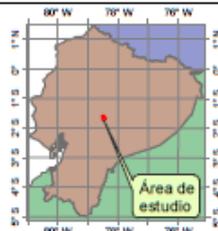
Anexo Aa: Mapa de ubicación de la Microcuenca del Río Blanco



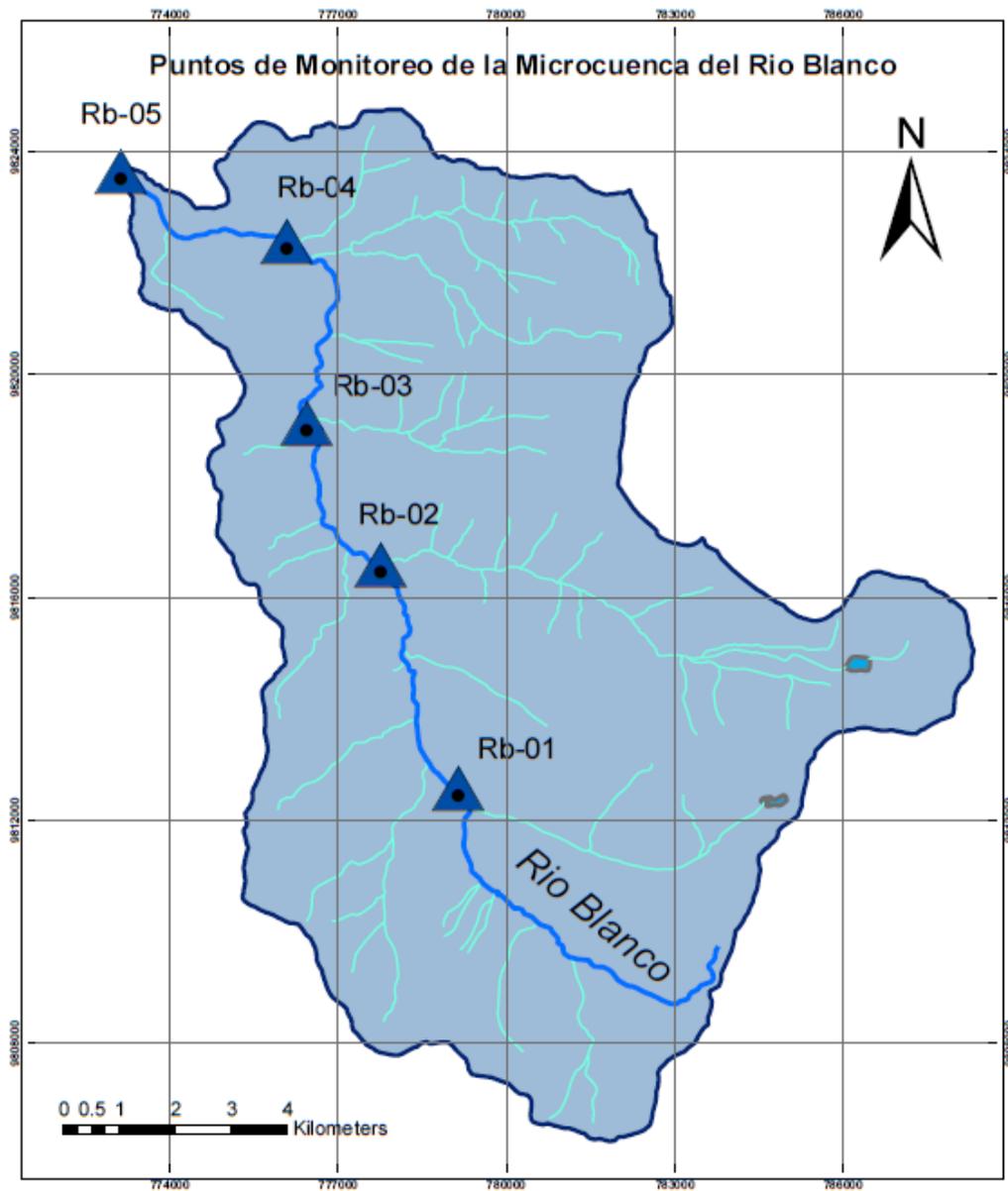
<b>LEYENDA</b>		<b>UBICACIÓN</b>		<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b> <b>INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="color: red;">▭</span> CUENCA RÍO BLANCO</li> <li><span style="color: blue;">▬</span> Río Blanco</li> <li>Provincia Chimborazo</li> <li>Cantones</li> <li><span style="color: lightblue;">▭</span> ALAUSI</li> <li><span style="color: lightgreen;">▭</span> CHAMBO</li> <li><span style="color: lightyellow;">▭</span> CHUNCHI</li> <li><span style="color: lightorange;">▭</span> COLTA</li> <li><span style="color: lightcyan;">▭</span> CUMANDA</li> <li><span style="color: lightpurple;">▭</span> GUAMOTE</li> <li><span style="color: lightpink;">▭</span> GUANO</li> <li><span style="color: lightgrey;">▭</span> PALLATANGA</li> <li><span style="color: lightblue;">▭</span> PENIPE</li> <li><span style="color: lightgreen;">▭</span> RIOBAMBA</li> </ul>				<b>CONTIENE:</b> UBICACIÓN DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO	
<b>DIBJÓ:</b> LESLY REINOSO		<b>ESCALA</b> <b>INF. BASE:</b> 1 : 50 000		<b>TRABAJO DE TITULACION</b>	
				<b>N° DE MAPA:</b> M_01	

**Anexo Bb : Mapa de la Microcuenca del Rio Blanco**



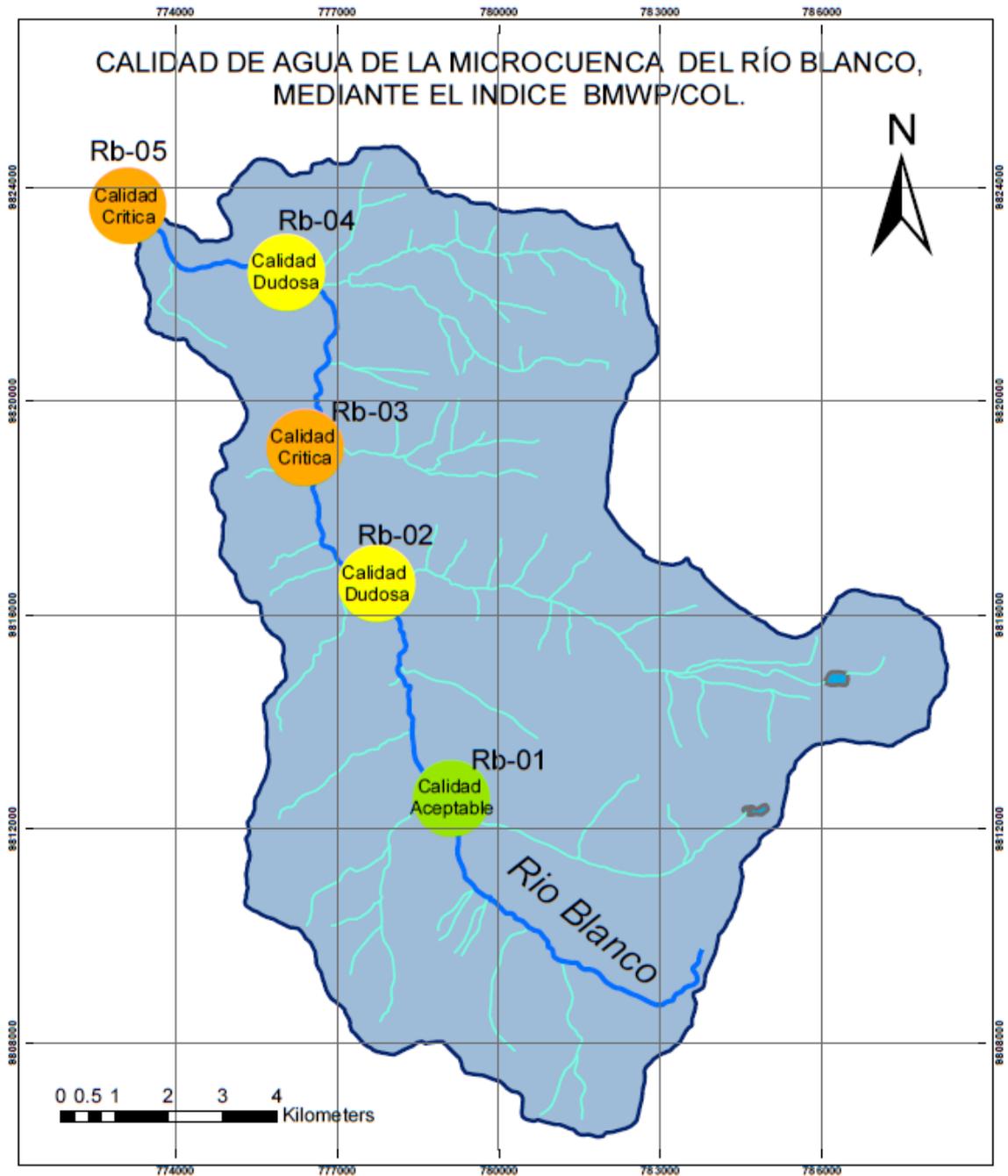
<b>LEYENDA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO</b>	
 Rio_Blanco  Microcuenca_Rio_Blanco		<b>INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL</b>	
		<b>CONTIENE:</b>	
		MICROCUECNA DEL RÍO BLANCO	
<b>DIBUJÓ:</b>		<b>ESCALA</b>	<b>TRABAJO DE TITULACION</b>
LESLY REINOSO		<b>INF. BASE:</b>	1 : 50 000
		<b>N° DE MAPA:</b>	M_02

Anexo Cc: Mapa de puntos de monitoreo de la Microcuenca del Rio Blanco



LEYENDA		UBICACIÓN		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL		
	Microcuenca_Rio_Blanco			<b>CONTIENE:</b> PUNTOS DE MONITOREO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO		
	Rio_Blanco			<b>DIBUJÓ:</b> LESLY REINOSO	<b>ESCALA INF. BASE:</b> 1 : 50 000	TRABAJO DE TITULACION
	Puntos de monitoreo					<b>N° DE MAPA:</b> M_03
	Lagunas					

**Anexo Dd:** Mapa de calidad de agua de la Microcuenca del Río Blanco mediante el índice BMWP/Col



LEYENDA		UBICACIÓN		ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL		
	Microcuenca_Rio_Blanco			CONTIENE: CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA DEL RÍO BLANCO, MEDIANTE EL ÍNDICE BMWP/COL.		
	Rio_Blanco			DIBUJÓ:	ESCALA INF. BASE:	TRABAJO DE TITULACION
	Calidad_Rb-01			LESLY REINOSO	1 : 50 000	N° DE MAPA: M_04
	Calidad_Rb-02					
	Calidad_Rb-03					
	Calidad_Rb-04					
	Calidad_Rb-05					
	Lagunas					