



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAMBO

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN ECOTURISMO

AUTORA:

JAZMIN ESTEFANIA QUIGUIRI YUPANGUI

Riobamba – Ecuador

2020



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

**ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE
LA CUENCA DEL RÍO CHAMBO**

Trabajo de titulación

Tipo: Proyecto de investigación

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN ECOTURISMO

AUTORA: JAZMIN ESTEFANIA QUIGUIRI YUPANGUI

DIRECTOR: Ing. JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO

Riobamba – Ecuador

2020

© 2020, Jazmín Estefanía Quigüiri Yupangui

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho del Autor.

Yo, Jazmín Estefanía Quiguiri Yupangui, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de agosto del 2020

Jazmín Estefanía Quiguiri Yupangui

CI: 060388327-3

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Proyecto de investigación, **“ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAMBO”**, realizado por la señorita: **JAZMÍN ESTEFANIA QUIGUIRI YUPANGUI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Trabajo de Titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Carlos Aníbal Cajas Bermeo PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	_____	2020-08-31
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	2020-08-31
Lcda. Andrea Damaris Hernández Allauca MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	2020-08-31

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Leonardo Quiguiri y Mayra Yupangui quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos Leonel Quiguiri y Jordy Quiguiri por su cariño, amor y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias a toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

A mi compañero, amigo y novio Paul Vallejo, por el gran apoyo que me ha brindado durante toda la carrera, por su paciencia y amor para poder llegar a cumplir juntos los sueños y anhelos que nos hemos planteado tanto profesionalmente como personalmente, te agradezco por tantas ayudas y tantos aportes no solo para el desarrollo de mi tesis, sino también para mi vida; eres mi inspiración y mi motivación.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos y amigas (Jhampyer, Francisco, Cristhian, Sarahi, Yesenia y David) por apoyarme cuando más los he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre los llevo en mi corazón.

Jazmín Estefanía Quiguiri Yupangui

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis padres por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a todas las adversidades, a mi novio por su amor, paciencia y apoyo incondicional en este proceso, agradezco a mis amigos por estar siempre a mi lado.

Agradezco a mi director de tesis, MSc Juan Carlos Carrasco Baquero quien con su experiencia, conocimiento y motivación me orientó en la investigación de este tema de tesis, por todo su apoyo en el presente trabajo. A la MSc. Andrea Damaris Hernández Allauca por sus consejos y enseñanzas.

Agradezco a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Jazmín Estefanía Quiquiri Yupangui

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	4
1 Objetivo General	4
2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO I.....	5
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	5
CAPÍTULO II	6
2. REVISIÓN DE LA LITERATURA	6
2.1 Cuenca hidrográfica	6
2.1.1 <i>Concepto</i>	6
2.1.2 <i>Clasificación</i>	6
2.1.3 <i>Unidades de la Cuenca Hidrográfica</i>	7
2.2 Calidad del agua	8
2.3 Parámetros físico – químicos.....	9
2.3.1 <i>Temperatura</i>	9
2.3.2 <i>PH</i>	9
2.3.3 <i>Turbidez</i>	10
2.3.4 <i>Conductividad</i>	10
2.3.5 <i>Sólidos totales disueltos</i>	11
2.3.6 <i>Coliformes totales</i>	11
2.3.7 <i>Demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO5)</i>	11
2.3.8 <i>Demanda química de oxígeno</i>	12
2.3.9 <i>Dureza</i>	12
2.3.10 <i>Oxígeno Disuelto (OD)</i>	12
2.4 Parámetros biológicos	13
2.5 Macroinvertebrados.....	13
2.5.1 <i>Los macroinvertebrados como bioindicadores</i>	14
2.5.2 <i>Macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua</i>	14
2.6 Biodiversidad	14
2.7 Grupos funcionales.....	15

2.8	Estructura trófica	15
2.9	Índices de calidad del agua	16
2.9.1	<i>Índices físico – químicos</i>	16
2.9.2	<i>Índices bióticos</i>	16
2.10	Análisis cenóticos	18
CAPÍTULO III.....		19
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	19
CAPÍTULO IV		31
4.	RESULTADOS	31
4.1	Inventario de los macroinvertebrados	31
4.1.1	<i>Abundancia y riqueza de la cuenca del río Chambo</i>	34
4.1.2	<i>Fichas de macronivertebrados presentes en la cuenca del río Chambo</i>	35
4.2	Análisis de los grupos funcionales de macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.....	60
4.2.1	<i>Grupos funcionales</i>	60
4.2.2	<i>Relación de los grupos tróficos de macroinvertebrados presentes en los 9 puntos de la cuenca del río Chambo</i>	61
4.3	Análisis cenóticos de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.....	62
4.3.1	<i>Análisis de similitud de Bray-Curtis</i>	62
4.3.2	<i>Índices de diversidad</i>	64
4.3.3	<i>Índices bióticos</i>	65
4.3.4	<i>Análisis índices bióticos</i>	66
4.3.5	<i>Análisis fisicoquímicos</i>	66
4.3.6	<i>Índice de calidad del agua</i>	73
4.4	Propuesta de conservación para la biodiversidad de la cuenca del río Chambo .	74
4.4.1	<i>Diagnóstico</i>	74
4.4.2	<i>Análisis de los resultados</i>	74
4.4.3	<i>Plan de manejo ambiental del río Chambo</i>	75
CONCLUSIONES.....		81
RECOMENDACIONES.....		83
GLOSARIO		
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador y Perú.	17
Tabla 2-2: Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col., significado y colores para representaciones cartográfica.	18
Tabla 1-3: Materiales y equipos	19
Tabla 2-3: Caracterización de los puntos de estudio a lo largo de la cuenca del río Chambo....	20
Tabla 3-3: Categorías del Índice Biótico Andino (ABI para Ecuador y Perú).....	24
Tabla 4-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan.	24
Tabla 5-3: Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan.	25
Tabla 6-3: Rango de calidad de agua para el Índice Adaptado.....	25
Tabla 7-3: Valores codificados de calidad.	25
Tabla 8-3: Tramos establecidos para análisis físico-químico del agua.....	26
Tabla 9-3: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.	27
Tabla 10-3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces.	28
Tabla 11-3: Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA-NSF)	29
Tabla 1-4: Inventario de macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.....	31
Tabla 2-4: Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.....	34
Tabla 3-4: Familia Leptophlebiidae	35
Tabla 4-4: Familia Baetidae	36
Tabla 5-4: Familia Elmidae.....	38
Tabla 6-4: Familia Hydrobiosidae.....	39
Tabla 7-4: Familia Glossiphoniidae	40
Tabla 8-4: Familia Muscidae	42
Tabla 9-4: Familia Scirtidae.....	43
Tabla 10-4: Familia Hyalellidae.....	44
Tabla 11-4: Familia Blepharoceridae	46
Tabla 12-4: Familia Physidae.....	47
Tabla 13-4: Familia Tubificidae.....	48
Tabla 14-4: Familia Simuliidae.....	49
Tabla 15-4: Familia Chironomidae	51
Tabla 16-4: Familia Planariidae	53
Tabla 17-4: Familia Ptilodactylidae	54
Tabla 18-4: Familia Tabanidae	55

Tabla 19-4: Familia Dugesiidae	56
Tabla 20-4: Familia Limnephilidae	58
Tabla 21-4: Familia Ceratopogonidae	59
Tabla 22-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.	60
Tabla 23-4: Grupos tróficos de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.....	61
Tabla 24-4: Índices de biodiversidad de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chambo	64
Tabla 25-4: Valores obtenidos de los índices bióticos en cada punto de muestreo.....	65
Tabla 26-4: Tabla codificada de los valores de los Índices bióticos.	65
Tabla 27-4: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del a cuenca del río Chambo.	67
Tabla 28-4: Índice de Calidad del Agua.....	73
Tabla 29-4: Índices bióticos por tramos.	74
Tabla 30-4: Índices físico-químicos y biológicos.....	74
Tabla 31-4: Plan de manejo ambiental del río Chambo.....	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2 Unidades de la Cuenca Hidrográfica	8
Figura 1-3: Valoración de familia de macroinvertebrados según el ABI.	23
Figura 1-4: Dendrograma de similitud faunística semicuantitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chambo.	63
Figura 2-4: Dendrograma de similitud cualitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chambo.	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1-4: Inventario de macroinvertebrados a través del método de Captura directa y red de Surber.....	32
Gráfica 2-4: Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.....	34
Gráfica 3-4: Grupo tróficos en la Cuenca del Río Chimbo	62
Gráfica 4-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chambo.....	64
Gráfica 5-4: Índices bióticos.....	66
Gráfica 6-4: Parámetros físico-químicos.....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Casa Cóndor
- ANEXO B:** Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Puente de Penipe
- ANEXO C:** Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Puente de Baños
- ANEXO D:** Tablas de valores de los índices bióticos
- ANEXO E:** Mapa de sitios de muestreo

RESUMEN

La presente investigación propone: Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo, para obtener mayor información sobre el estado del agua y así tomar medidas adecuadas de conservación y protección en cuanto a la calidad del recurso, la pérdida de biodiversidad, explotación irracional e inadecuado manejo del mismo, para lo cual se realizó el inventario de macroinvertebrados presente en la cuenca del río, los cuales se recolectaron por medio del método de Red de Surber y Captura directa, 1383 individuos repartidos en 21 familias, siendo las más abundantes las familias *Physidae* y *Leptophlebiidae*, las mismas que pertenecen al grupo trófico de colectores - raspadores y que evidencian la presencia de materia orgánica y perifiton debido a los desechos de aguas residuales en la cuenca y actividades agropecuarias cercanas. Posteriormente, se realizó el análisis cenótico a través del índice de similitud de la prueba de Bray Curtis, Índices de biodiversidad, Índices Biológicos de Calidad de agua, Índice de Calidad de Agua (ICA-1987) bajo parámetros físico-químicos y su análisis en base al TULSMA (2015), donde se mostró que los tramos Puente Penipe y Puente Baños tienen una calidad baja en sus aguas las cuales no son admisibles para el uso de consumo humano y preservación de la vida acuática. Para los tramos que presentaron alteraciones en su calidad de agua, se realizó un plan de manejo ambiental que consta de 4 programas orientados a disminuir y eliminar los focos de contaminación, concientizando a las poblaciones aledañas, de la importancia de tener un recurso hídrico de calidad, implementando buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de manejo de residuos, por lo cual se recomienda implementar normas que promuevan la utilización de los macroinvertebrados como bioindicadores en programas de evaluación ambiental de cuerpos de agua.

Palabras clave: <CALIDAD DE AGUA> <MACROINVERTEBRADOS>, <ESTRUCTURA TRÓFICA> < ANÁLISIS CENÓTICO > <CUENCA HIDROGRÁFICA>

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the trophic level of the macroinvertebrates of the Chambo river basin. The purpose was to obtain more information on the state of water and thus take appropriate conservation and protection measures in terms of the quality of this resource which has suffered from loss of biodiversity, irrational exploitation and inadequate management. The first step consisted of making an inventory of the macroinvertebrates that live in the river basin. The data collection was developed through the Surber Network method and direct capture. The results demonstrated that there are 1383 individuals distributed in 21 families, being the most abundant The Physidae and Leptophlebiidae families which belong to the trophic group of collectors – scrapers. The presence of organic matter and periphyton due to wastewater in the basin and nearby agricultural activities was also evidenced. Subsequently, the cenotic analysis was developed through the similarity index of the Bray Curtis test, Biodiversity Indices, Biological Indices of Water Quality, Water Quality Index (ICA-1987) under physical-chemical parameters and its analysis was based on TULSMA (2015). The tests probed that Penipe Bridge and Baños Bridge sections have a low quality in their water which makes it unacceptable for human consumption and preservation of aquatic life. For the sections which presented alterations in their water quality, an environmental management plan was conducted, it included 4 programs aimed at reducing and eliminating sources of contamination; raising awareness of the importance of having a quality water resource in the surrounding populations; and implementing good agricultural, livestock and waste management practices. It is recommended to implement norms that promote the use of macroinvertebrates as bioindicators in environmental assessment programs for water bodies.

Keywords: <WATER QUALITY> <MACROINVERTEBRATES>, <TROPIC LEVEL>
<CENOTIC ANALYSIS> <HYDROGRAPHIC BASIN>

INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso necesario e insustituible, esencial para la vida y para el progreso de las sociedades, ningún ser vivo sobre la Tierra puede sobrevivir sin este recurso (Fernández, 2012; González, 2013). El agua cubre cerca del 75% de la superficie terrestre siendo fundamental en procesos tanto ambientales como sociales e imprescindible para el surgimiento y desarrollo de la vida (Mazari, 2017), sin embargo su escasa disponibilidad para consumo humano, hace que el agua sea considerada como el más valioso y vulnerable de los recursos naturales, además de significar un factor limitante para la realización de las diferentes actividades antrópicas de orden cotidiano e industrial (Herrera & Sanchez, 2005).

Los ecosistemas dulceacuícolas son uno de los recursos naturales renovables más esenciales para la vida (Meza, *et al.*, 2012), los cuales se destacan por contener una biota rica y variada, encerrando una alta diversidad de peces, vertebrados, y en un mayor número diversidad de invertebrados, plantas y algas (Palma, *et al.*, 2013 ; Bogorje & Cantoral, 2016). A pesar de su notoria importancia, estos ecosistemas están soportando grandes impactos por factores antropogénicos, como el represamiento y remoción de la vegetación ribereña, que ocasionan cambios drásticos en el flujo natural de la materia y la energía (Volpedo & Fernández, 2013), como también, los cambios en el uso del suelo que hacen que los recursos hídricos alteren negativamente su calidad por la contaminación agroquímica, incremento de la carga orgánica y aumento de la sedimentación (Álvarez, *et al.*, 2008 ; García & Rodríguez, 2012). Por todo lo expuesto anteriormente el agua aparece como denominador común entre los retos mundiales más importantes de nuestro tiempo, como la energía, los alimentos, la salud, la paz y la seguridad (González, 2013).

Esta situación globalmente alarmante ha motivado que en los últimos años se desarrollen varias alternativas para la determinación de la calidad del agua bajo parámetros fisicoquímicos (Herrera & Sanchez, 2005) y biológicos, sin embargo, hoy en día se ha destacado este último, el cual se enfoca en el comportamiento de los organismos que habitan los cuerpos de agua (macroinvertebrados bentónicos) que son sensibles a la contaminación orgánica y la degradación del hábitat (Meza, *et al.*, 2012 ; Machado, *et al.*, 2018), lo que les convierte en indicadores de las condiciones ecológicas cambiantes o estables del recurso valorando el efecto de las intervenciones humanas sobre dichos ecosistemas.

El uso de macroinvertebrados bentónicos para valorar el estado ecológico de las cuencas hidrográficas es uno de los principales componentes de la legislación relacionada con el agua a nivel mundial (Miravet, *et al.*, 2016). Los organismos que habitan en los cursos de agua presentan

adaptaciones evolutivas en diversas condiciones ambientales, así como también el amplio rango de tolerancia a contaminantes (Villanueva & Chanamé, 2016). Debido a las características propias de los macroinvertebrados acuáticos se les considera como útiles para obtener información sobre posibles alteraciones que existieron tiempo atrás y que existen en el presente en su cauce, y como resultado de esto saber con un alto grado de precisión la calidad de agua que posee (Guevara, 2018).

La geografía de Ecuador se caracteriza por poseer una rica e importante red hidrográfica (Pacheco, 2019), donde la mayor parte de los ríos ecuatorianos son de origen montañoso, los cuales nacen en la región andina y se vierten en dos cuencas: Amazonas y Pacífico. En el territorio nacional existen aproximadamente poco más de 2000 ríos y arroyos, muchos de ellos presentan fuertes impactos antrópicos, debido a actividades como agricultura, minería, descarga de aguas domésticas, desechos sólidos, derrames de hidrocarburos, entre otros. Estos impactos sobre el ambiente fluvial producen cambios negativos en la composición y estructura de la fauna y flora, los cuales reflejan la calidad del agua de los ríos (Liñero, *et al.*, 2016).

La provincia de Chimborazo está ubicada en el centro del Ecuador entre la cordillera oriental y occidental, lo cual ha permitido la formación de 13 ecosistemas y de una diversidad de pisos climáticos que permiten el desarrollo de actividades productivas asentadas principalmente en el valle central de la provincia, donde se obtienen productos de zonas frías como papas, trigo y cebada, de zonas templadas como maíz y fréjol y de zonas tropicales como caña de azúcar, banano y cacao (Bustamante, 2017). El coloso Chimborazo, ubicado en el extremo occidental de la provincia, es el nevado de 6 268 msnm, de cuyos deshielos se originan vertientes importantes para los habitantes de las provincias de Tungurahua y Chimborazo, (La Frenierre & Mark, 2017).

La cuenca del río Chambo se encuentra en el centro del Ecuador, con una disponibilidad de agua anual de 557.091.000 m³ y con una superficie aproximada de 3.580 km², la cual cubre un 54,2 % de la superficie total de la Provincia de Chimborazo (GAD Provincial de Chimborazo, 2015). Según la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas (2015) el promedio anual del caudal del río Chambo es de 62 m³/s de los cuales por el tipo de consumo sus porcentajes de empleo son: 71,91% riego y abrevadero, 9,56% consumo doméstico, 0,28% Piscicultura, 9,09% Hidroelectricidad, 5,14% Industrial y 4,02% recreativo (Bejar & Mendoza, 2018).

En la cuenca se ubican dos áreas protegidas: la Reserva de Producción Faunística de Chimborazo y el Parque Nacional Sangay (Consejo de Subcuencas, 2012). Por su topografía 7 ríos de Chimborazo (Guamote, Chibunga, Guano, Sicalpa, San Juan, Río Blanco) son afluentes del Río Chambo, el mismo que cruza la provincia de sur a norte para unirse con el río Patate y formar el Pastaza que es el motor para mover las centrales Agoyán y San Francisco, además el aporte de caudal de las

cuencas y subcuencas hidrográficas a los sistemas de riego, es principalmente de los ríos Guayas y Yaguachi con 34%; y, la cuenca del río Pastaza y cuenca del río Chambo con 66% (Avilés, 2015 ; GAD Provincial de Chimborazo, 2015).

El presente trabajo se desarrolló bajo la línea de investigación; Gestión del turismo sustentable, y bajo la sub línea; Ambiente, Biodiversidad y Recursos naturales para el turismo sustentable de la Carrera de Ingeniería en Ecoturismo, con la finalidad de determinar la calidad de agua a través de parámetros físico-químicos y biológicos de la cuenca del río Chambo, en donde se tomó en cuenta los siguientes sectores para su análisis: Casa Cóndor, Cemento Chimborazo, Puente Yaruquies, Parque Ecológico, Quimiag, Inicio De Penipe, Salida de Penipe, Puente Pailitas, Pailitas. Lo que permitirá posteriormente ser una herramienta a utilizar por las autoridades competentes para ayudar al desarrollo socio ambiental de las poblaciones aledañas y así generar oportunidades de desarrollo sostenible y sustentable para los mismos.

OBJETIVOS

1 Objetivo General

Analizar la estructura trófica de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.

2 Objetivos específicos

- Determinar el inventario de los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chambo.
- Analizar los grupos funcionales de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.
- Analizar cenóticamente los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo.
- Diseñar propuestas de conservación de la biodiversidad de la cuenca del río Chambo.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

La provincia de Chimborazo es considerada como una provincia netamente agrícola, provista de territorios prodigiosos para las labores agrícolas, los mismos que a lo largo del tiempo han ido perdiendo su fertilidad y el rendimiento necesario para su rentabilidad, esto ha provocado el avance de la frontera agrícola, invadiendo así las zonas de cobertura natural e impactando negativamente contra los principales afluentes (Bustamante, 2017). Esta latente situación ha hecho que en la provincia el recurso agua se haya visto afectado en los últimos años principalmente por la contaminación de las riveras de los ríos, quebradas, riachuelos y lagunas.

La cuenca del río Chambo atraviesa zonas rurales y urbanas (Abril, *et al.*, 2017) donde se vierten aguas servidas sin un previo tratamiento, como es el caso puntual de la ciudad de Riobamba hacia el río Chibunga que es uno de los afluentes más importantes del río Chambo (Suárez & Mendoza, 2018), lo que incide en sus características físico-químicas y biológicas.

El arrastre de sedimentos en la cuenca del río Chambo es un problema de antaño y posiblemente irreparable, ya que esta cuenca cruza bajo las faldas del volcán Tungurahua que está en constante actividad, dichas erupciones generan flujos de lodo y escombros de origen volcánico (lahares), los cuales van hacia el cauce del río Chambo ayudados también por la precipitación (Lema, 2009).

Los escasos estudios sobre macroinvertebrados que existen en la cuenca del río Chambo provocan que no se tomen medidas adecuadas de conservación y protección en cuanto a la calidad del recurso, la pérdida de biodiversidad, explotación irracional e inadecuado manejo.

CAPÍTULO II

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Cuenca hidrográfica

2.1.1 *Concepto*

De acuerdo con Rotoplas (2015), una cuenca es conocida mundialmente como el territorio idóneo para gestionar el agua y los recursos naturales vinculados con ella, las cuencas forman sistemas y subsistemas interrelacionados, interdependientes e inseparables, por ello la gestión por cuenca requiere de herramientas integrales de planeación, instrumentos de política y sistemas de participación social para el aprovechamiento correcto de los recursos naturales. A lo previamente mencionado el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2019), concuerda y profundiza: “es un territorio cuyas aguas fluyen todas hacia un mismo río, lago o mar, y a esta clase de cuencas se les llama cuencas hidrográficas”.

La cuenca hidrográfica es un sitio de captación natural del agua de precipitación de la lluvia que hace dirigirse los escurrimientos hacia un único punto de salida, llamado exutorio (Agencia Nacional de Aguas de Brasil, 2013), National Geographic (2018), concierta con esta definición y agrega que una cuenca hidrográfica es delimitada por la línea de las cumbres, también llamada divisoria de aguas. El uso de los recursos naturales se regula administrativamente separando el territorio por cuencas hidrográficas.

Una cuenca hidrográfica considera también la dinámica del agua en el subsuelo, lo que permite identificar la localización de acuíferos y sus zonas de recarga. Desde un punto socio ecosistémico, la cuenca es un sistema complejo humano-bio-físico integrado debido a que la naturaleza y diversidad de sus componentes hace que el comportamiento del agua en la cuenca no sólo sea producto de las leyes y procesos naturales, sino también de las leyes y procesos sociales (Rotoplas, 2015).

En una forma general y concisa sobre las cuencas hidrográficas Agencia Nacional de Aguas de Brasil (2013), expresa: “la cuenca hidrográfica está compuesta por un conjunto de superficies vertientes constituidas por la superficie del suelo y de una red de drenaje formada por los cursos de agua que confluyen hasta llegar a un lecho único en el punto de salida”.

2.1.2 *Clasificación*

Según el punto de salida

- 1) Exorreica. - Son las cuencas que tiene una o más salidas de agua hacia un caudal mayor o hacia un lago o hacia el mar.
- 2) Cuenca Endorreica. - Se dice de las cuencas que no tienen ninguna salida y por lo general da origen a un lago, si la impermeabilidad del suelo se lo permite
- 3) Cuenca Arreica: Las cuencas arreicas son aquellas en que las aguas se evaporan o filtran en el terreno antes de encauzarse en una red de drenaje. Los arroyos y riachuelos son de este tipo, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.
- 4) Cuenca Criptorreica: Son aquellas cuencas que fluyen subterráneamente por lo general poseen suelos con cal que permiten una infiltración casi inmediata de la lluvia y la formación de corrientes subterráneas (Rojas, 2017 ; Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, 2019).

Según su categoría:

- 1) Microcuenca: área determinada por divorcios de agua, con una superficie menor o igual a 10.000 Ha.
- 2) Cuenca pequeña: área con una superficie mayor a 10.000 Ha., pero menor o igual a 100.000 Ha.
- 3) Cuenca mediana: le corresponde una superficie mayor a 100.000 Ha., pero menor o igual a 500.000 Ha.
- 4) Cuenca grande: es aquella que tiene una superficie mayor de 500.000 Ha, pero menor o igual a 1.000.000 Ha.
- 5) Cuenca muy grande: es la que tiene una superficie mayor a 1.000.000 de Ha. (Guevara, 2018).

2.1.3 Unidades de la Cuenca Hidrográfica

Las cuencas hidrográficas están compuestas por unidades determinadas que se utilizan para caracterizarlas mejor. En la Figura 1, se muestran las unidades menores que conforman una cuenca hidrográfica.

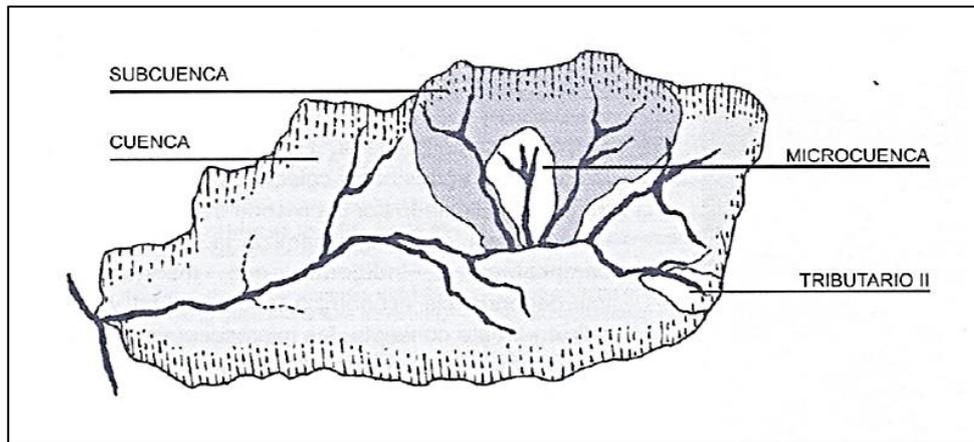


Figura 1-2 Unidades de la Cuenca Hidrográfica

Fuente: Zuy, 2008

- 1) Subcuencas: unidades intermedias que poseen entre 150 a 1000 km², donde las aguas superficiales y subterráneas alimentan a las cuencas. Por lo general las componen aquellas cuencas de segundo orden en adelante (Figura 1-1).
- 2) Microcuencas: unidades formadoras de la subcuenca, que forman el espacio práctico donde se ejecutan los proyectos diseñados para la cuenca y subcuenca. Varios autores concuerdan que el tamaño de las microcuencas se encuentra entre los 15 y 150 km² (Figura 1-1)
- 3) 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 (Figura 1-1) (Zury, 2008).

2.2 Calidad del agua

La calidad hace referencia a las condiciones que una muestra de agua presenta ya sean características químicas-físicas, o biológicas, frente a unos estándares de calidad del agua. Además, 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. Ya sea el agua superficial o subterránea, su calidad dependerá de factores naturales y antrópicos, siendo estos últimos los más evidentes sobre la calidad del agua (ONU, 2014).

Según la Sociedad Estatal Expoagua Zaragoza (2008), la calidad del agua es un factor que incide de forma directa en la salud de los ecosistemas y prosperidad del ser humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un componente influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de una nación.

Por la gran importancia que posee el agua para la vida y su estabilidad, la OMS (2018), muestra preocupación, pero sobre todo por la salud del ser humano y opina que la calidad del agua potable es una cuestión que preocupa en países de todo el mundo, en desarrollo y desarrollados, por su repercusión en la salud de la población. Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos y la contaminación radiológica son factores de riesgo (OMS, 2018).

2.3 Parámetros físico – químicos

Los parámetros físico-químicos dotan de una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, pero no aportan información de su influencia en la vida acuática (Samboni, et al., 2007). Para ello se han desarrollado métodos analíticos, como los que detalla a continuación:

1) Análisis básicos:

Potencial de hidrógeno, color, olor, turbiedad, conductividad-salinidad, temperatura; Análisis

2) Volumétricos:

Alcalinidad, acidez, durezas, cloruros;

3) Análisis Gravimétricos:

Sólidos totales, sólidos suspendidos totales, sólidos fijos y volátiles, sólidos sedimentales, sólidos disueltos totales;

4) Análisis colorimétricos:

Aluminio, nitrato, sulfato, cromo hexavalente, fosfato y nitrito (Serviche, et al., 2013).

2.3.1 Temperatura

De acuerdo con Serviche, et al. (2013), la temperatura se encarga de medir 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 fabriles. Según el valor de la temperatura que posea un cuerpo de agua puede causar alteraciones a la química del mismo y a las funciones de los organismos acuáticos debido a que esta actúa en la cantidad de oxígeno que se puede fundir en el agua, la velocidad de fotosíntesis de plantas y metabólica de organismos, la sensibilidad de cuerpos a desechos tóxicos, entre otras, lo que dará como resultado afectaciones a medidas de otros parámetros como pH o conductividad.

2.3.2 PH

El pH expresa la concentración de los iones de hidrógeno, o mejor expresado de la actividad del ion hidrógeno dentro del agua. El potencial de hidrógeno (pH) determina la acidez o alcalinidad

del agua provocado por la presencia de iones de hidrógeno e hidróxido respectivamente (Hach, 2013).

El agua que contenga más iones de hidrógeno demuestra que tiene mayor acidez, mientras que al contener mayor cantidad de iones de hidróxido indica que tiene mayor alcalinidad. El rango de pH se encuentra en un rango de 0 a 14, donde el 7 es un rango neutral, un valor de pH mayor a 7 indica alcalinidad, mientras que el pH menor a 7 indica acidez (Lenntech, s.f)

Bautista (2012) expresa que el pH puede verse afectado por componentes químicos en el agua, siendo un indicador significativo de que el agua está cambiando químicamente. También manifiesta que el pH se reporta en "unidades logarítmicas," cada número representa un cambio de 10 veces su valor en la acidez/rango normal del agua. El agua con un pH de 5,00 es diez veces más ácida que el agua que tiene un pH de seis. La contaminación puede cambiar el pH del agua, lo que a su vez puede dañar la vida animal y vegetal que existe en el agua.

2.3.3 Turbidez

La turbidez es la principal forma de observar detenidamente y de una mejor manera el estado en el que se encuentra el agua, causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos que transitan por el agua a analizar. Esta es la propiedad óptica donde la luz es enviada y no transferida a través de la suspensión (Herranz, 2019).

La turbidez en el agua puede ser ocasionada por un sin número de materiales que se encuentran en suspensión, variando de tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas mucho más gruesas como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica, a más de organismos planctónicos y variación de microorganismos. La turbidez en el agua induce que el agua pierda la transparencia característica de esta, se vuelve opaca, esta es determinada por unidades nefelométricas (NTU por sus siglas en inglés). Durante periodos de bajo flujo muchos ríos se observan de un color verde claro, cuando las turbulencias son bajas, usualmente menos de 10 NTU (Gonzalez, 2011).

2.3.4 Conductividad

La conductividad evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). La conductividad en los cuerpos de agua dulce se encuentra primariamente determinada por la geología del área a través de la cual fluye el agua. La unidad básica para medir la conductividad es el siemens por centímetro. El agua destilada tiene una conductividad en el rango de 0,5 a 3 μ Siemens/cm (un μ S1 es la millonésima parte de un Siemens). La conductividad de nuestros sistemas continentales generalmente es baja, variando entre 50 y 1.500 μ S/cm. En sistemas dulceacuícolas, conductividades por fuera de este rango pueden indicar que el agua no es adecuada para la vida de ciertas especies de peces o

invertebrados. Algunos efluentes industriales pueden llegar a tener más de 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Goyenola, 2007).

2.3.5 Sólidos totales disueltos

Gesta Agua (2006), explica que los sólidos totales disueltos son básicamente 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 en suspensión son partículas o sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, como la pulpa de madera.

Los sólidos disueltos pueden perturbar 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. Los sólidos disueltos resultan a partir de materiales inorgánicos tales como rocas y de aire que puede contener bicarbonato de calcio, de nitrógeno, de fósforo de hierro, azufre, y otros minerales. Muchos de estos materiales forman sales, que son compuestos que contienen tanto un metal y un no metal. Las sales usualmente se disuelven en agua formando iones. Los iones son partículas que tienen una carga positiva o negativa (Panachlor, 2015).

2.3.6 Coliformes totales

Las heces humanas y animales son la principal fuente de contaminación y por la cual se introduce gran cantidad de coliformes en el ambiente. Es por esto que la mayor cantidad de coliformes que se encuentran en el ambiente son fecales, a la vez se encuentran muchos coliformes de vida libre (Díaz, ., 2003).

Larrea, *et al.*, (2013), expresan que generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. La contaminación fecal ha sido y sigue siendo el principal riesgo sanitario en el agua, ya que supone la incorporación de microorganismos patógenos que pueden provocar enfermedades en la salud humana. Por ello, el control sanitario de riesgos microbiológicos es tan importante, y constituye una medida sanitaria básica para mantener un grado de salud adecuado en la población.

2.3.7 Demanda bioquímica de oxígeno 5 (DBO5)

Es una de las primordiales reacciones concebida por la materia orgánica en la oxidación microbial o mineralización, todo esto ocurren en los cuerpos naturales de agua que constituyen las demandas de oxígeno, ejercida por los microorganismos heterótrofos que se deben cuantificar. El ensayo de DBO en cinco días para aguas residuales es la principal característica que se utiliza para

determinar la concentración de materia orgánica existente (IDEAM, 2007). La DBO es la cantidad de oxígeno que se utiliza por los microorganismos en la estabilidad de la materia orgánica biodegradable bajo condiciones aerobias en el periodo de cinco días bajo los 5 días.

2.3.8 Demanda química de oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) del agua puede considerarse como una medida aproximada de la demanda teórica del oxígeno es decir la cantidad de oxígeno consumido, para la oxidación total de los constituyentes orgánicos a productos inorgánicos (MNCN, 2010).

Según Jaque & Potosí (2015), la relación entre DBO y DQO nos indicará el tipo de vertido y su posibilidad de depuración:

$DBO/DQO > 0,6$, es un vertido orgánico, fácilmente depurable de forma biológica.

$DBO/DQO < 0,2$, es un vertido inorgánico, imposible de depurar de forma biológica.

2.3.9 Dureza

La dureza del agua es la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad. La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación. Las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio (Facsá, 2016).

2.3.10 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, e incluso muerte en la vida acuática (Serviche, *et al.*, 2013).

2.4 Parámetros biológicos

Se basa en la capacidad que poseen los organismos para reflejar las condiciones ambientales que posee el medio en el que se hallan, y muestra el efecto que tiene la contaminación sobre una comunidad biológica. 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 un índice (Estrada, *et al.*, 2016).

El rango de los organismos acuáticos en tamaño y complejidad va desde el muy pequeño o unicelular hasta el pez de mayor tamaño y estos miembros de la comunidad biológica son en algún sentido parámetros de la calidad del agua, dado que su presencia o ausencia pueden indicar la situación en que se encuentra un cuerpo de agua (Seg, 2009).

2.5 Macroinvertebrados

El término macroinvertebrados se utiliza comúnmente para referirse a animales invertebrados tales como insectos, crustáceos, moluscos y anélidos entre otros, los cuales habitan principalmente sistemas de agua dulce. Existen varias definiciones acerca del punto en el cual los macroinvertebrados se separan de los microinvertebrados, pero en términos generales se acepta un tamaño de 500 μ m (0.5 mm) o superior para los macroinvertebrados. Los macroinvertebrados pueden pertenecer al neuston cuando son nadadores activos, al neuston cuando habitan la superficie del agua, o a los bentos si permanecen la mayor parte del tiempo en el fondo del cuerpo del agua, ya sea en sustratos orgánicos como el detrito, plantas acuáticas, hojarasca, ramas y troncos, o cualquier sustrato inorgánico, como rocas, grava, y arena. Estos organismos además pueden habitar tanto ecosistemas lóticos como lénticos (University of New Hampshire, 2013).

De acuerdo a Turizo (2018), los macroinvertebrados son importantes funcionalmente en muchos ecosistemas terrestres y acuáticos. En los bentos de los sistemas de aguas dulces son diversos y abundantes y tienen a menudo una distribución agregada, por lo tanto, difícil de muestrear. Dentro de los macroinvertebrados, los insectos son el grupo de organismos más abundantes y diversos. Alguno de ellos puede desarrollar parte de su ciclo de vida dentro del ambiente acuático y otros dependen totalmente del agua. La mayoría son bentónicos y viven asociados al sedimento, a las macrófitas o al detritus.

Los macroinvertebrados en general se alimentan de algas, plantas acuáticas, restos de materia orgánica, peces, otros invertebrados, restos de comida en descomposición, elementos nutritivos del suelo, animales descomponiéndose, elementos nutritivos del agua, sangre de animales (Flowers & De la Rosa, 2010), por lo tanto cualquiera que sea la modificación con respecto al alimento de

estos organismos será un indicio en el proceso de selección de las poblaciones de determinadas especies en los ecosistemas.

2.5.1 *Los macroinvertebrados como bioindicadores*

La evaluación de la calidad del ambiente y de las comunidades acuáticas han sido desarrolladas por los posibles efectos de una alteración de las condiciones del medio en el cual una comunidad de macroinvertebrados habita (Encalda, *et al.*, 2011). Las comunidades pueden ser reconocidas en diferentes niveles, si las alteraciones son de tamaños considerables los efectos serán claramente evidentes a nivel de la comunidad entera y puede dar a lugar a cambios de dimensiones mayores como la desaparición de algunas o todas las especies. Mientras que otras perturbaciones más leves no modificarían la estructura de la comunidad o muchos de estos cambios pueden ser paulatinos (Barangue & Perry, 2009).

2.5.2 *Macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua*

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación, pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que se depositan los residuos producidos por las actividades humanas. Es así como pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos se encuentran diluidos, en cantidades mayores o menores en las aguas de los más remotos lugares del mundo (Hispagua, 2006).

Lógicamente la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos; debido a esto, los métodos de evaluación basados en dichos organismos han sido ampliamente utilizados desde muchos años atrás como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua (Roldán, 2016).

2.6 Biodiversidad

La variedad de ecosistemas, de especies y de genes que existen en el mundo. Pero no solo es eso, sino la variedad dentro y entre ellos. Es la variabilidad de la vida en todas sus formas, niveles y combinaciones, dentro y entre sus componentes. La biodiversidad es la base o lo que sostiene la existencia humana, como la de todos los seres vivos por igual. Aunque para el hombre los beneficios son más que básicos. Nos ofrece muchos servicios esenciales para la vida: limpia el aire, el agua y la tierra, provee oxígeno, alimentos y fármacos, además de modelos bioquímicos y biofísicos que la ciencia ha sabido aprovechar, descompone residuos, equilibra el clima, etc. Además, provee de distintas clases de materiales y materias primas y la riqueza genética para el mejoramiento de nuestros cultivos y entre ellos las especies forestales (Salas, 2012).

2.7 Grupos funcionales

Las relaciones tróficas son una propiedad emergente transcendental en la estructura de las comunidades bióticas en los cuerpos de agua, especialmente por las interacciones que se dan entre las especies que componen la trama alimenticia del sistema (Uba, 2016). Es esta razón se permite organizar las especies de la comunidad de acuerdo con grupos funcionales alimenticios, tales como trituradores, colectores, raspadores y depredadores; como también los macroinvertebrados pueden clasificarse en gremios tróficos según el tipo de alimento consumido, de tal manera que pueden ser detritívoros, herbívoros o depredadores (Turizo, 2018).

Según Vicens Vives (2015), algunos expertos en la materia han usado indistintamente estos conceptos o la mezcla de ellos generando nuevas categorías alimentarias de acuerdo con la proporción de alimento encontrado en los intestinos de los macroinvertebrados.

2.8 Estructura trófica

La estructura trófica se refiere a la forma en la que se organizan las especies al interior de las comunidades con base al alimento que consumen, entre los parámetros más usados para describir la estructura trófica de una comunidad, se encuentran los niveles tróficos, la cadena trófica, la longitud de la cadena trófica y la red trófica (Becerril, 2010).

Echeverri (2013), expresa que todos los seres vivos deben disponer de una cantidad de alimentos que les permita ejecutar sus funciones vitales. Los alimentos suministran materia y energía, como ya se sabe, la fotosíntesis es imprescindible para mantener la vida sobre la Tierra, y los seres heterótrofos dependemos de la producción de alimentos que realizan los autótrofos, teniendo en cuenta el tipo de nutrición y la función que los organismos desempeñan en los ecosistemas, podemos clasificarlos en tres grandes grupos, llamados niveles tróficos: productores, consumidores y descomponedores. En un ecosistema, las relaciones no son tan simples, ya que un mismo organismo puede ser comido por varios y, a su vez, alimentarse también de muchos otros.

Las especies intercambian energía a través de la alimentación, en los ecosistemas se establecen relaciones alimentarias en la que todos los organismos están enlazados como los eslabones de una cadena. Esas estructuras se llaman cadenas tróficas (Deguate, 2005). Los productores de alimentos, son las plantas y algas que aprovechan la energía solar para transformarla en energía química, a través de la fotosíntesis, los animales no pueden hacer lo mismo, y son llamados consumidores, porque se alimentan de otros organismos vivos, también existen los descomponedores, que son microorganismos, como los hongos y bacterias que se alimentan de los restos de otros seres vivos o de sus desechos, los seres vivos (plantas y animales), al morir restituyen los compuestos de

fósforo al suelo y al agua por el proceso de descomposición. Los compuestos liberados son otra vez aprovechados por las plantas para reiniciar el ciclo de la vida (FAO, s.f).

2.9 Índices de calidad del agua

2.9.1 Índices físico – químicos

2.9.1.1 ICA – WQI

El índice de calidad de agua (ICA) de la National Sanitation Foundation (NSF), fue creado con base en las características de los ríos norteamericanos. Las variables que involucra y los pesos que asigna a cada uno de los rasgos distintivos corresponde a la problemática específica de contaminación, propia de sus procesos productivos, la naturaleza de sus desechos, sus políticas públicas y sus normas. Para la evaluación de este índice se considera 9 parámetros: pH, cambio de temperatura, turbidez, DB05, SDT, %OD, nitratos, fosfatos, Coliformes fecales. Considera como puntaje máximo 100 y como mínimo 0 (Behar, *et al.*, 1997).

Las ventajas del índice ICA como herramienta para medir la calidad del agua se tienen las siguientes.

- Revelan cambios de la calidad del agua a través del tiempo.
- Es un método simple y eficaz para representar la información obtenida en el laboratorio.
- Evalúan la calidad del agua que tendrá diversos usos.
- Permiten una sencilla interpretación de los datos.
- Pueden identificar áreas problemáticas y con tendencia a contaminación ayudando en la definición de prioridades y toma de decisiones con fines de gestión (Viteri, 2017).

2.9.2 Índices bióticos

La aplicación de los índices ABI y BMWP/Col consisten en otorgar valores a la presencia o ausencia de los diferentes grupos de invertebrados acuáticos. Finalmente, la sumatoria de estos puntajes indica un rango cualitativo de las categorías de la calidad del agua (Acosta, *et al.*, 2009).

Los índices bióticos Biological Monitoring Water Party BMWP de Colombia y el Andean Biological Index ABI, son el resultado de la adaptación a la presencia y dominancia de las familias descritas para ríos de las zonas templadas. El Biological Monitoring Working Party fue establecido en Inglaterra en 1970 con la finalidad de conocer la calidad del agua de acuerdo a la tolerancia de los macroinvertebrados a la contaminación orgánica. El puntaje va de 1 a 10 y requiere llegar al nivel de familia, la suma del puntaje de cada familia da como resultado el valor del índice que tiene un significado de calidad (Roldán, 2016).

2.9.2.1 Índice ABI

El desarrollo del Índice ABI forma parte de una investigación más amplia sobre la determinación del estado ecológico de los ríos alto – andinos (Acosta, *et al.*, 2009). Este es un índice que describe la calidad de un sitio basándose en los macroinvertebrados bentónicos. El índice ABI tiene como objetivo evaluar de forma cualitativa la calidad de agua en los ríos. La identificación de los macroinvertebrados acuáticos recolectados se realiza a nivel taxonómico de familia y orden dependiendo del caso, una vez se da un valor y se suma los puntajes obteniendo el valor del índice (Cabrera, 2019).

El inventario taxonómico de familias del ABI para Ecuador y Perú y sus respectivos valores de tolerancia/sensibilidad proceden de publicaciones científicas internacionales y regionales, y literatura gris (reportes técnicos y tesis universitarias no publicadas). La revisión sobre la cual fue construido este índice, incluye desde descripciones taxonómicas de especies hasta estudios ecológicos y de impacto ambiental y su cálculo es similar al del IBMWP, el cual establece una suma de las puntuaciones de todas las familias presentes en el sitio. Los niveles de tolerancia/sensibilidad de cada familia se han derivado principalmente de presiones provenientes de contaminación orgánica (Acosta, *et al.*, 2009).

Tabla 1-2: Clases de Estado Ecológico según ABI en Ecuador y Perú.

Categoría	Ecuador	Perú
Muy Bueno	>96	>74
Bueno	59-96	45-74
Moderado	35-58	27-44
Malo	14-34	11-26
Pésimo	<14	<11

Fuente: Acosta, *et al.*, 2009

2.9.2.2 Índice BMWP/Col

El índice Biological Monitoring Working Party modificado para Colombia por Astorga, *et al.* en el año 2008, se calcula sumando las puntuaciones fijadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macroinvertebrados. La valoración se asigna en función del grado de sensibilidad a los diferentes tipos de contaminación. El puntaje es asignado una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados en el sitio de estudio. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio brinda el valor final del índice, el cual, permite determinar la calidad del agua según las diferentes categorías (Roldán, 2016).

Posterior a esto, Roldán (2016) adaptó el método para la zona de Antioquia, en donde propone utilizar el conocimiento de la fauna local de acuerdo a las exigencias de los macroinvertebrados encontrados en el BMWP definido para Inglaterra. El Índice establece valores altos de puntajes

para las familias conocidas como intolerantes y modifica los puntajes para aquellas familias que solo existen en la zona neotropical, adaptando de este modo el índice para Colombia. Los rangos de las clases definen la calidad del agua como se presenta en la tabla 2-1.

Tabla 2-1: Clases de calidad de agua, valores BMWP/Col., significado y colores para representaciones cartográfica.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias.	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas.	
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas.	
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas.	
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas.	

Fuente: (Rosero & Fossati, 2009)

2.10 Análisis cenóticos

Los análisis cenóticos se formalizan empleando índices comparativos que contemplan la similitud entre las distintas comunidades de diferentes estaciones o bien de la misma estación, pero en períodos de tiempo distintos. Estos se pueden aplicar utilizando los datos de abundancia o presencia/ausencia de los diferentes taxones, o pueden tomarse en cuenta a las variaciones de la estructura trófica analizando las diferencias o similitudes entre las proporciones relativas de los distintos grupos funcionales de la comunidad (Morrone, 2000).

Álvarez (2007), destaca la gran importancia sobre este tipo de análisis, porque debido a este se pueden detectar discontinuidades a lo largo del eje longitudinal de un río que son consecuencia de la respuesta de los organismos a las diferentes condiciones ambientales a las que están sometidos. Cuando estas rupturas del continuo biológico fluvial no son achacables a causas naturales, ponen de manifiesto, en la medida en que los valores de similitud entre estaciones disminuyen, el grado del impacto en términos de cambio biológico de las biocenosis. Desde el punto de vista faunístico el coeficiente de similitud de Bray-Curtis tanto para las comparaciones cuantitativas como para las cualitativas, establecidas únicamente en el criterio de presencia/ausencia; en este caso, aunque su interés parezca relativamente limitado, nos permite, sin embargo, integrar la información recogida en varias series de muestreos donde la comparación de los inventarios parciales o totales se los pueden hacer a través de dendrogramas de similitud.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

Para esta investigación se aplicó técnicas de investigación bibliográfica (secundaria), de campo (primaria); de manera exploratoria, descriptiva y analítica, además se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Tabla 1-3 Materiales y equipos

MATERIALES		
CAMPO	LABORATORIO	OFICINA
Red de SURBER de 500µm de luz de malla y marco de 0,3m	Claves de identificación taxonómica para macroinvertebrados como: - Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003). - Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004). - Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016). - Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009). - Invertebrés d'eau Douce-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010). - Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007). - Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003).	
Termómetro portátil.		
Bandeja plástica blanca de 30cm x 20cm x 3cm		
Caja cooler		
Botes de 21cm de diámetro con tapón hermético mínimo de 4 litros.		
Envases de polietileno de alta densidad (HDPE)	Torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm.	Libreta
	Tubos eppendorf de 5ml	
	Porta tubos eppendorf de 5ml	
	Placas de Petri.	
	Viales de vidrio con tapones herméticos de 300 ml.	
Alcohol etílico 70%.		Resma de hojas papel Bond
Etiquetas de papel vegetal.		
Viales de plástico o vidrio		
Formaldehído al 10%		
Pinzas entomológicas.		
EQUIPOS		
CAMPO	LABORATORIO	OFICINA
Nevera portátil.	Cámara fotográfica LEICA MC 1090	Computadora portátil.
GPS GARMIN OREGON 650.		
Phchímetro portátil PC-PH22.		Impresora

Oxímetro portátil HANNA HI 9146-04.	Estereomicroscopio LEICA SAPO 450	trilocular	
-------------------------------------	--------------------------------------	------------	--

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

Los objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

Para el cumplimiento del primer objetivo: Inventariar los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chambo. Se realizaron las siguientes actividades:

La delimitación del área de estudio, Se realizaron recorridos por el área de estudio a lo largo de la cuenca del río Chambo para determinar puntos de fácil acceso hacia el recurso agua.

Se georreferenciaron mediante un GPS (Garmin Oregon 650) e identificaron 9 puntos de muestreo a lo largo de la cuenca del río Chambo (Punto 1 en Casa Cóndor, Punto 2 en Cemento Chimborazo, Punto 3 en el Puente Yaruquies, Punto 4 en el Parque Ecológico, Punto 5 en Quimiag, Punto 6 en el inicio de Penipe, Punto 7 en la Salida de Penipe, Punto 8 en el Puente Pailitas, Punto 9 en Pailitas), tomando en cuenta el grado de intervención antrópica así como también los puntos de inicio y final del área de estudio.

Se caracterizaron 9 puntos de estudio, con datos específicos que se detallan a continuación:

Tabla 2-3: Caracterización de los puntos de estudio a lo largo de la cuenca del río Chambo.

Puntos	Descripción	Provincia	Cantón	Localización Geográfica: Coordenadas		Temperatura
				X	Y	
Punto 1 (P1)	Casa Cóndor	Chimborazo	Riobamba	740491.00	9830579.00	8 °C
Punto 2 (P2)	Cemento Chimborazo	Chimborazo	Riobamba	749679.00	9816565.00	14°C
Punto 3 (P3)	Puente Yaruquies	Chimborazo	Riobamba	760035.00	9813884.00	14°C
Punto 4 (P4)	Parque Ecológico	Chimborazo	Riobamba	761359.00	9813235.00	15°C
Punto 5 (P5)	Quimiag	Chimborazo	Riobamba	768730.00	9816859.00	15°C
Punto 6 (P6)	Inicio de Penipe(puente)	Chimborazo	Penipe	774169.00	9826432.00	13°C
Punto 7	Salida de Penipe	Chimborazo	Penipe	777346.00	9831633.00	13°C

(P7)						
Puente 8 (P8)	Puente Pailitas	Chimborazo	Penipe	776094.00	9833793.00	13°C
Punto 9 (P9)	Pailitas (puente Baños)	Chimborazo	Penipe	781184.00	9844601.00	15°C

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

Se elaboró un itinerario de salidas de campo para la recolección de macroinvertebrados acuáticos: 2 veces a cada punto establecido a lo largo de la cuenca del río Chambo, todo esto independientemente de la estación del año. La colecta de individuos se realizó mediante la aplicación de 2 métodos: Captura directa, Esta técnica consiste en la captura directa del espécimen con ayuda de pinzas entomológicas, para lo cual hay que remover el sustrato rocoso y las hojas que se encuentran en el fondo, en la superficie y en la orilla del río. Este muestreo estuvo delimitado por el tiempo (1 hora por punto) y por el número de investigadores (3 personas), luego los macroinvertebrados colectados fueron colocados en frascos pequeños con alcohol, se etiquetaron los frascos con los datos del sitio de muestreo, la fecha y las personas que participaron en la recolección y Red de Surber tipo D (Carrera & Fierro, 2002; Walteros, Rojas, & Marulanda, 2016) la cual consiste en una red sujeta a un marco metálico de 30 x 30 cm, removiendo el fondo del río. Se sostiene la red en la parte central de la corriente; se ubica la boca de la malla frente a la corriente y se asienta la base en el fondo del río. En cada punto de muestreo se remueve con la mano el fondo que está dentro de la base o marco de metal durante un minuto; para hacerlo, nos colocaremos a un lado de la red, de modo que nuestro cuerpo no bloquee la corriente de agua e impida el ingreso de sedimento a la red.

Una vez recogido el sedimento, se coloca en una bandeja blanca con ayuda de agua, se remueve todo el sedimento sobrante en la red hasta dejarla totalmente limpia, separamos a los macroinvertebrados de los otros animales y materiales de la muestra. Los guardamos en un frasco con alcohol, junto con la etiqueta, la cual consta de: nombre del sitio, nombre del punto del río, fecha y las personas que participaron en la recolección.

Las muestras que se recolectaron fueron transportadas al laboratorio de entomología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH en botes estériles con alcohol metílico al 70%, Posteriormente fueron tamizadas con una torre de 2cm, 1cm y 0,5 cm y separadas en bandejas plásticas blancas. una vez separadas las muestras fueron conservadas en tubos ependorff de 5ml con alcohol metílico al 70% y su respectiva etiqueta interna y externa.

La identificación se realizó mediante el uso de claves dicotómicas (Guía para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003), Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004), Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - II y Field Guide to Freshwater Invertebrates of North America de Thorp & Rogers (2016), Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009), Invertebrés d'eau Douce-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010), Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007), Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)) con lo cual se logró identificar a un nivel taxonómico de familia, y se realizó el conteo de individuos. Cada familia fue fotografiada con ayuda de un Estereomicroscopio marca LEICA MC1090 en tres vistas (dorsal, ventral y lateral).

Además se realizó una base de datos en Excel con los macroinvertebrados recolectados en cada punto del río, el cual consta de clase, orden, familia, nombre y número del punto en el cual se recolectó la muestra y la técnica utilizada.

Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar los grupos funcionales de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo. Se realizó una revisión bibliográfica basada en los siguientes autores: Turizo (2018), Ambrosio (2014), (Motta, *et al.*, 2016), Rivera, *et al.* (2013), Ferrú & Fierro (2015), Ramos (2008) y Alvarez (2014) con lo cual se establecieron los grupos funcionales (colectores, raspadores, colectores-recolectores, depredadores, colectores-raspadores, detritívoros, colectores-filtradores), de todas las especies de macroinvertebrados inventariados en el primer objetivo.

A partir de la información recopilada y más fuentes secundarias relevantes se estructuraron las fichas de información de cada especie de macroinvertebrados, detallando sus características morfológicas, valoraciones de los índices de calidad de agua, su ubicación a lo largo del área de estudio y fotos obtenidas a través de la cámara Leica MC1090 en 3 vistas (lateral, dorsal y ventral). Luego se procedió a analizar los mismos mediante estadística descriptiva.

Para el cumplimiento del tercer objetivo: Analizar cenóticamente los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo. Se realizó análisis cenóticos de acuerdo con la metodología expuesta por Álvarez (2007), los análisis cenóticos se realizan empleando índices comparativos que contemplan la similitud entre las distintas comunidades de diferentes estaciones o bien de la misma estación, pero en períodos de tiempo distintos. Pueden ser aplicados utilizando los datos de abundancia o presencia/ausencia de los diferentes taxones, o pueden referirse a las variaciones de la estructura trófica analizando las diferencias o similitudes entre las proporciones relativas de los distintos grupos funcionales de la comunidad.

En este caso se realizó el análisis de similitud mediante la prueba de Bray-Curtis (Zalazar, Elizabeth, & Oviedo, 2016) faunística semicuantitativa y cuantitativa de los 9 puntos muestreados del río Chambo. De esta forma se pueden detectar datos relevantes positivos o negativos a lo largo del eje longitudinal del río que son consecuencia de la respuesta de los organismos a las diferentes condiciones ambientales a las que están sometidos. Para cuantificar y comparar la diversidad de macroinvertebrados en el área de estudios se aplicaron además índices de diversidad como: índice de Margalef, Pielou, Shanon y Simpson calculados mediante el programa estadístico Primer (Álvarez, 2007).

También se realizaron los índices bióticos ABI (Andean Biotic Index), para este índice se utilizó la asignación de valores para cada familia de macroinvertebrados (figura 3-2) y las categorías de calidad de agua (tabla 6-2) propuesta para Ecuador y Perú por Acosta, *et al.* (2009). El índice ABI consiste en evaluar la calidad biológica de los ríos alto andinos (> 2000 msnm). Los valores de tolerancia son asignados a cada familia de acuerdo a la contaminación orgánica y finalmente se suman las puntuaciones de todas las familias presentes en el sitio (Alomía, *et al.*, 2017).

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION ABI	ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION ABI
TURBELARIOS	<i>Planariidae</i>		5 TRICÓPTEROS	<i>Anamalopsichidae</i>	10
HIRUDÍNEOS		3		<i>Calamoceratidae</i>	10
OLIGOQUETOS		1		<i>Glossosomatidae</i>	7
GASTRÓPODA	<i>Ancylidae</i>	6		<i>Helicopsychidae</i>	10
	<i>Hydrobiidae</i>	3		<i>Hydrobiosidae</i>	8
	<i>Lymnaeidae</i>	3		<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Physidae</i>	3		<i>Hydroptilidae</i>	6
	<i>Planorbidae</i>	3		<i>Leptoceridae</i>	8
VIVALVIA	<i>Sphaeriidae</i>	3		<i>Limnephilidae</i>	7
AMPHIPODA	<i>Hyallelidae</i>	6		<i>Odontoceridae</i>	10
OSTRACODA		3		<i>Philopotamidae</i>	8
HYDRACARINA		4		<i>Polycentropodidae</i>	8
EFEMERÓPTEROS	<i>Baetidae</i>	4		<i>Xiphocentronidae</i>	8
	<i>Leptophlebiidae</i>	10	DÍPTEROS	<i>Athericidae</i>	10
	<i>Leptohyphidae</i>	7		<i>Blephariceridae</i>	10
	<i>Oligoneuriidae</i>	10		<i>Ceratopogonidae</i>	4
ODONATOS	<i>Aeshnidae</i>	6		<i>Chironomidae</i>	2
	<i>Gomphidae</i>	8		<i>Culicidae</i>	2
	<i>Libellulidae</i>	6		<i>Dixidae</i>	4
	<i>Calopterygidae</i>	6		<i>Dolichopodidae</i>	4
	<i>Coenagrionidae</i>	8		<i>Empididae</i>	4
	<i>Polythoridae</i>	10		<i>Ephydriidae</i>	2
PLECÓPTEROS	<i>Gripopterygidae</i>	10		<i>Limoniidae</i>	4
	<i>Perlidae</i>	10		<i>Muscidae</i>	2
HETERÓPTEROS	<i>Belostomatidae</i>	4		<i>Psychodidae</i>	3
	<i>Corixidae</i>	5		<i>Simuliidae</i>	5
	<i>Gerridae</i>	5		<i>Stratiomyidae</i>	4
	<i>Naucoridae</i>	5		<i>Syrphidae</i>	1
	<i>Notonectidae</i>	5		<i>Tabanidae</i>	4
	<i>Veliidae</i>	5		<i>Tipulidae</i>	5
LEPIDÓPTEROS	<i>Pyrilidae</i>	4			
COLEÓPTEROS	<i>Dryopidae</i>	5			
	<i>Dytiscidae</i>	3			
	<i>Elmidae</i>	5			
	<i>Gyrinidae</i>	3			
	<i>Hydraenidae</i>	5			
	<i>Hydrophilidae</i>	3			
	<i>Lampyridae</i>	5			
	<i>Ptilodactylidae</i>	5			
	<i>Psephenidae</i>	5			
	<i>Scirtidae</i>	5			
	<i>Staphylinidae</i>	3			

Figura 1-3: Valoración de familia de macroinvertebrados según el ABI.

Fuente: Acosta, *et al.*, 2009

Tabla 3-1: Categorías del Índice Biótico Andino (ABI para Ecuador y Perú)

CALIDAD	ABI ECUADOR	ABI PERÚ
MUY BUENO	>96	>74
BUENO	59-96	45-74
MODERADO	35-58	27-44
MALO	14-34	11-26
PÉSIMO	<14	<11

Fuente: Acosta, *et al.*, 2009

El índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia) en el cual se analizaron los datos obtenidos de las familias de macroinvertebrados aplicando el índice BMWP/Col, que consiste en la presencia y ausencia de familias de macroinvertebrados. Los puntajes asignados para cada una de las familias van de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación orgánica del sistema hídrico con base en el conocimiento de la distribución y abundancia (tabla 7-2). La suma de la puntuación de cada familia encontrada en cada bofedal arrojó el puntaje total BMWP/Col y asignó categorías de calidad de agua (tabla 8-2) a cada punto (Meneses & Jaramillo, 2019; Endara, 2012).

Tabla 4-3: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan.

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeraeidae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, 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, Hydropsychidae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolycopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydraenidae, Hydrometridae, Noteridae	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae,	2
Tubificidae	1

Fuente: Rosero & Fossati, 2009

Tabla 5-3: Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan.

Clase	Calidad	BMWP/Col	Significado	Color
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias a limpias	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Fuente: Rosero & Fossati, 2009

En el índice adaptado (IA) para su cálculo se tomó como referencia los resultados del análisis de similitud obtenidos a través de la prueba de Bray Curtis de los índices ABI y BMWP/Col, así como también los resultados cuantitativos y cualitativos totales de cada Índice por punto. El índice adaptado consiste en evaluar la aparición de macrobentos, el número de individuos por familia y las afectaciones morfológicas que estos sufren por el impacto de los niveles de contaminación presentes en el cuerpo de agua. Una vez que se cuenta con la comparación de los criterios anteriormente mencionados se realiza el ajuste del puntaje de las familias (1 más tolerante, 10 más sensible) (Sánchez M. , 2005) obteniendo el Índice Adaptado para el río Chambo. Además, para determinar el grado de contaminación de todos los sitios muestreados, se consideró las siguientes categorías: >96, calidad muy buena; 59-96, calidad buena; 35-58, calidad moderada; 14-34, calidad mala; <14, calidad pésima; estos basados en el Índice ABI para Ecuador.

Tabla 6-3: Rango de calidad de agua para el Índice Adaptado

CALIDAAD	PUNTAJE
MUY BUENA	> 96
BUENA	59-96
MODERADA	35-58
MALA	14-34
PÉSIMA	<14

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Se realizó el análisis de los índices biológicos en el cual se tomaron en cuenta las diferencias de valores cuantitativos sobre los valores cualitativos de cada índice, por lo que se codificaron con valores del 1 al 5 tomando en cuenta las categorías de calidad de cada índice (Tabla 10-2).

Tabla 7-3: Valores codificados de calidad.

CALIDAD	PUNTUACIÓN
EXELENTE / MUY BUENA	5
BUENA	4
MEDIA / MODERADA / DUDOSA	3
MALA	2
MUY MALA / CRÍTICA / PÉSIMA	1

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Posterior a esto se analizaron y se compararon los índices biológicos mediante estadística descriptiva en cada uno de los puntos a lo largo de la cuenca del río Chambo, mostrando de esta manera las semejanzas y diferencias con respecto al nivel de sensibilidad a la contaminación que tienen los organismos encontrados en estos sitios (Florero, 2017; Arango, *et al.*, 2008; Alomía *et al.*, 2017).

Para obtener las muestras de agua para su posterior análisis físico químico, primero se determinaron 3 tramos específicos a lo largo de su cauce y dentro de los puntos establecidos en el primer objetivo para el inventario de macroinvertebrados. Por consiguiente, se tomó el primer punto al inicio de la cuenca, otro al final de la cuenca y por ultimo uno en medio de la cuenca, esto se hizo tomando en cuenta las zonas donde hay leve intervención antrópica en el cauce (al inicio de la cuenca) y mayor intervención antrópica evidente como desechos de agua servidas e industriales (en el medio y final del área de estudio), obteniendo la siguiente tabla que muestra los 3 tramos para análisis físico-químicos que abarcan a los puntos determinados anteriormente.

Tabla 8-3: Tramos establecidos para análisis físico-químico del agua.

Tramos	Puntos
Casa Cóndor	Punto 1
Puente Penipe	Punto 2,3,4,5,6
Puente Baños	Punto 7, 8,9

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Una vez establecidos los puntos de estudio se realizó una salida de campo, donde se tomaron muestras de agua por duplicado en cada sitio muestral, las muestras fueron recolectadas a un nivel superficial del caudal en envases de vidrio estéril de 1-l, que fueron lavados previamente con agua del mismo río. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluentes Industriales LASA (Acreditación N° SAE LEN 06-002) en la ciudad de Quito en cajas cooler con hielo o neveras portátiles según disponibilidad, en el laboratorio se realizaron los análisis físico-químicos del agua para obtener los siguientes parámetros (Castillo, 2019):

- 1) Amonio (NH₄ +)
- 2) Calcio (Ca)
- 3) Conductividad (λ)
- 4) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- 5) Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- 6) Dureza Total (DT)
- 7) Fósforo total (P)
- 8) Magnesio (Mg)

- 9) Nitratos (NO₃-)
- 10) Nitritos (NO₂-)
- 11) Oxígeno Disuelto (OD)
- 12) Turbidez (TU)
- 13) Coliformes fecales (CF)(microbiológico)
- 14) Sólidos Totales Suspendidos (STD)
- 15) Sulfatos (SO₄ 2-)

In situ se registraron los siguientes datos: la temperatura del agua y aire con sus respectivos termómetros, el pH del agua se obtuvo a través de un pehachímetro portátil (PC-PH22) y el oxígeno disuelto y la conductividad por medio de un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04). La toma, conservación y análisis de las muestras se realizaron mediante la metodología establecida en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de APHA (2005) (Castillo, 2019).

Los parámetros obtenidos fueron analizados en base al Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA), en su libro VI de Calidad de agua.

Se realizó una comparación con los límites permisibles para consumo de agua y preservación de vida silvestre según el TULSMA, emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015).

Para la calidad de agua se tomó en cuenta los parámetros de calidad de agua asociada al del Índice de Calidad de Agua (ICA).

Tabla 9-3: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Criterio de calidad
Aceites y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Amonio	NH ₄	mg/l	0,05
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino-Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro (total)	F	mg/l	1,5

Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Dureza	CaCO ₃	mg/l	400
Hierro (total)	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,006
Nitratos	NO ₃	mg/l	10,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	1
Plomo (total)	Pb	mg/l	0,01
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Selenio (total)	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	400
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Temperatura		° C	Condición natural
Turbiedad	Unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015

Tabla 10-3: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces.

Parámetros	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad
Clorofenoles		mg/l	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs	Concentración total de PCBs.	µg/l	1
Oxígeno Disuelto	O.D.	% mg/l	>80% >6 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6,5-9
Amoniaco	NH ₃	mg/l	-
Aluminio	Al	mg/l	0,1
Arsénico	As	mg/l	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,001
Cianuros	CN ⁻	mg/l	0,01
Cinc	Zn	mg/l	0,03
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01
Estaño	Sn	mg/l	-
Cobalto	Co	mg/l	0,2
Plomo	Pb	mg/l	0,001
Cobre	Cu	mg/l	0,005
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100ml	100

Cromo total	Cr	mg/l	0,032
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,1
Materia flotante de origen antrópico	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002
Níquel	Ni	mg/l	0,025
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	µg/l	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales	µg/l	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05
Plata	Ag	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,001
Temperatura		° C	Condición natural
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Nitratos	NO ₃	mg/l	13,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	40
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	20
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	1000

Fuente: Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015

Tabla 11-3: Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA-NSF)

CALIDAD DEL AGUA	VALOR DEL ICA
EXCELENTE	91-100
BUENA	71-90
MEDIA	51-70
MALA	26-50
MUY MALA	0-25

Fuente: Quiroz, *et al.*, 2017

El cálculo del ICA-NSF se realizó a través del sistema online “Calculadora” del Water Research Center, desarrollado por Oram (2015), donde se calcula el valor Qi para cada parámetro, que es el valor mejorado obtenido por medio del arreglo polinómico y luego se realiza la sumatoria sacando el valor ponderado para cada parámetro (Aguirre, *et al.*, 2016; Gerrero & Herrera, 2015).

Una vez determinado el valor numérico se asignó la categorización cualitativa (tabla 14-2), se analizó su calidad en base a la escala de valores que presenta el ICA-NFS y finalmente se compararon los resultados del ICA calculando índices de similitud mediante la prueba de Bray Curtis (Zalazar, *et al.*, 2016).

Para el cumplimiento del cuarto objetivo: Diseñar propuestas de conservación para la biodiversidad acuática de la cuenca del río Chambo.

Se lo realizó mediante dos fases:

En la fase uno se realizó consulta técnica es decir recopilación de información secundaria y determinación de objetivos de Conservación desde el punto de vista técnico, determinando los puntos afectados en base a los resultados obtenidos en los objetivos anteriores.

Para hacer un diagnóstico total de la cuenca del río Chambo a través de parámetros físico-químicos y biológicos, primeramente se agruparon en tramos los puntos determinados para los análisis biológicos, para esto se tomó en cuenta los tramos trazados para los análisis físico-químicos (tabla 11-2) los cuales agrupan los 9 puntos en 3 zonas específicas según su grado de intervención antrópica reflejada en las salidas de campo, luego, los resultados obtenidos por tramos de los índices biológicos se compararon con los índices físico-químicos, todos estos con sus valores cualitativos codificados como se muestra en la tabla (10-2) finalmente se hizo un diagnóstico con los resultados conseguidos para su posterior análisis.

En la fase dos se realizó la elaboración de un plan de recuperación ambiental de la cuenca río Chambo el cual consta de cuatro programas denominados programa de recuperación y conservación del recurso hídrico, programa de conservación y recuperación de la vegetación, programa de manejo de residuos sólidos y programa de seguimiento y control. Cada uno con sus respectivos proyectos y actividades.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 Inventario de los macroinvertebrados

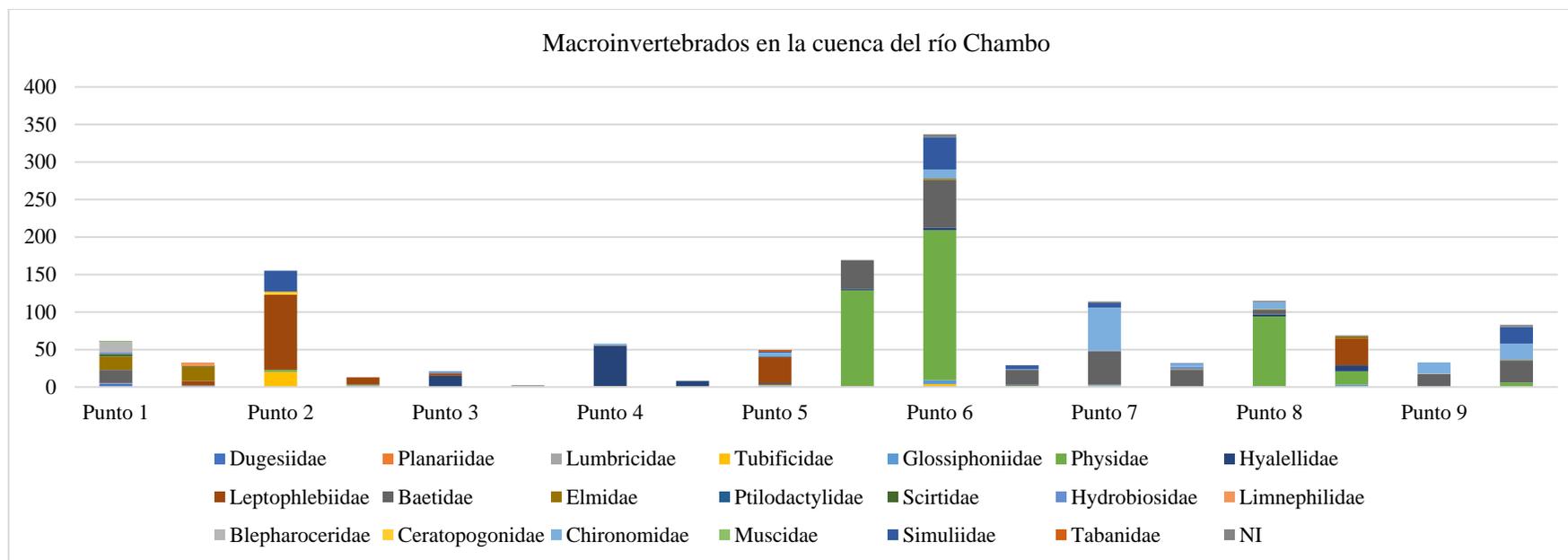
En la tabla (15-3) se muestra el Inventario de macroinvertebrados respecto a los 9 puntos de muestreo de la cuenca del río Chambo obtenidos por dos métodos de recolección denominados captura directa (C) y red surber (S), como se describe a continuación:

Tabla 1-4: Inventario de macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5		Punto 6		Punto 7		Punto 8		Punto 9	
			S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C	S	C
Turbellaria	Tricladida	DugesIIDae	4	2							2		1							
Turbellaria	Tricladida	Planariidae						1			1									
Oligochaeta	Haplotaxida	Lumbricidae	1												2					
Oligochaeta	Haplotaxida	Tubificidae			20		1			1		3	1							
Hirudinea	Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae				2						5		1		1	3			
Gastrópodos	Basommatophora	Physidae			3	1					128	200	1			93	18		6	
Malacostraca	Amphipoda	Hyalellidae	1				15	1	54	8	2	2	3	1		3	8	1		
Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae		6	100	10	3				35						36			
Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	17						1			38	64	20	45	23	6		16	29
Insecta	Coleóptera	Elmidae	18	19									2			1	1	3		1
Insecta	Coleóptera	Ptilodactylidae					1				1									
Insecta	Coleóptera	Scirtidae	3	2																
Insecta	Trichóptera	Hydrobiosidae	2											1	1	3		1		
Insecta	Trichoptera	Limnephilidae		4																
Insecta	Díptera	Blepharoceridae	15																	1

Insecta	Díptera	Ceratopogonidae			4															
Insecta	Díptera	Chironomidae				1		2		5		12		57	4	9		15	22	
Insecta	Díptera	Muscidae	1																	
Insecta	Díptera	Simuliidae			28		1			2		43	5	6	1				22	
Insecta	Díptera	Tabanidae								2										
		NI										4		2		2			3	
Abundancia			62	33	155	13	21	2	58	8	50	169	337	29	114	32	115	69	33	83
Riqueza			9	5	5	3	5	2	4	1	8	5	10	6	7	5	8	6	4	6

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019



Gráfica 1-4: Inventario de macroinvertebrados a través del método de Captura directa y red de Surber.

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

En el Punto 1 (sector Casa Cóndor), a través del método de Red de Surber se obtuvo una abundancia de 62 individuos y una riqueza de 9 familias, por otro lado, mediante Captura directa la abundancia es de 33 individuos y la riqueza es de 5 familias.

En el Punto 2 (sector Cemento Chimborazo), a través del método Red de Surber se muestra una abundancia de 155 individuos y una riqueza de 5 familias, por otro lado, según los resultados de Captura directa la abundancia fue de 13 individuos con una riqueza de 3 familias.

En el punto 3 (sector Yaruquies), a través del método Red de Surber la abundancia registrada fue de 21 individuos con una riqueza de 5 familias, drásticamente los resultados por Captura directa arrojaron una abundancia de 2 individuos con una riqueza de 2 familias.

En el Punto 4 (sector Parque Ecológico), en la técnica de muestreo de red de Surber se obtuvo una abundancia de 58 individuos y una riqueza de 4 familias, mientras que por Captura directa, se obtuvo una abundancia de 8 individuos con una riqueza de 1 familia.

En el punto 5 (sector Quimiag), a través de la técnica de muestreo por Red de Surber se presentó una abundancia de 50 individuos y una riqueza de 8 familias, por otro lado los resultados de Captura directa muestran una abundancia de 169 individuos con una riqueza de 5 familias.

En el Punto 6 (sector inicio de Penipe), en la técnica de muestreo por Red de Surber la abundancia fue de 337 individuos y con una riqueza de 10 familias, y mediante Captura directa, se obtuvo una abundancia de 29 individuos con una riqueza de 6 familias.

En el Punto 7 (sector fin de Penipe), a través del método Red de Surber los resultados de abundancia fueron de 114 individuos y una riqueza de 7 familias, disímil a esto se presenta los resultados del método de Captura directa, que obtuvo una abundancia de 32 individuos con una riqueza de 5 familias.

En el punto ocho (sector vía a Baños), en la técnica de muestreo por Red de Surber se obtuvo una abundancia de 115 individuos y una riqueza de 8 familias, mientras que en el método de Captura directa, se obtuvo una abundancia de 69 individuos con una riqueza de 6 familias.

En el punto nueve (sector Pailitas), a través del método de Red de Surber se registró una abundancia de 33 individuos y una riqueza de 4 familias, en contraste a esto el método de Captura directa, mostró una abundancia de 83 individuos con una riqueza de 6 familias.

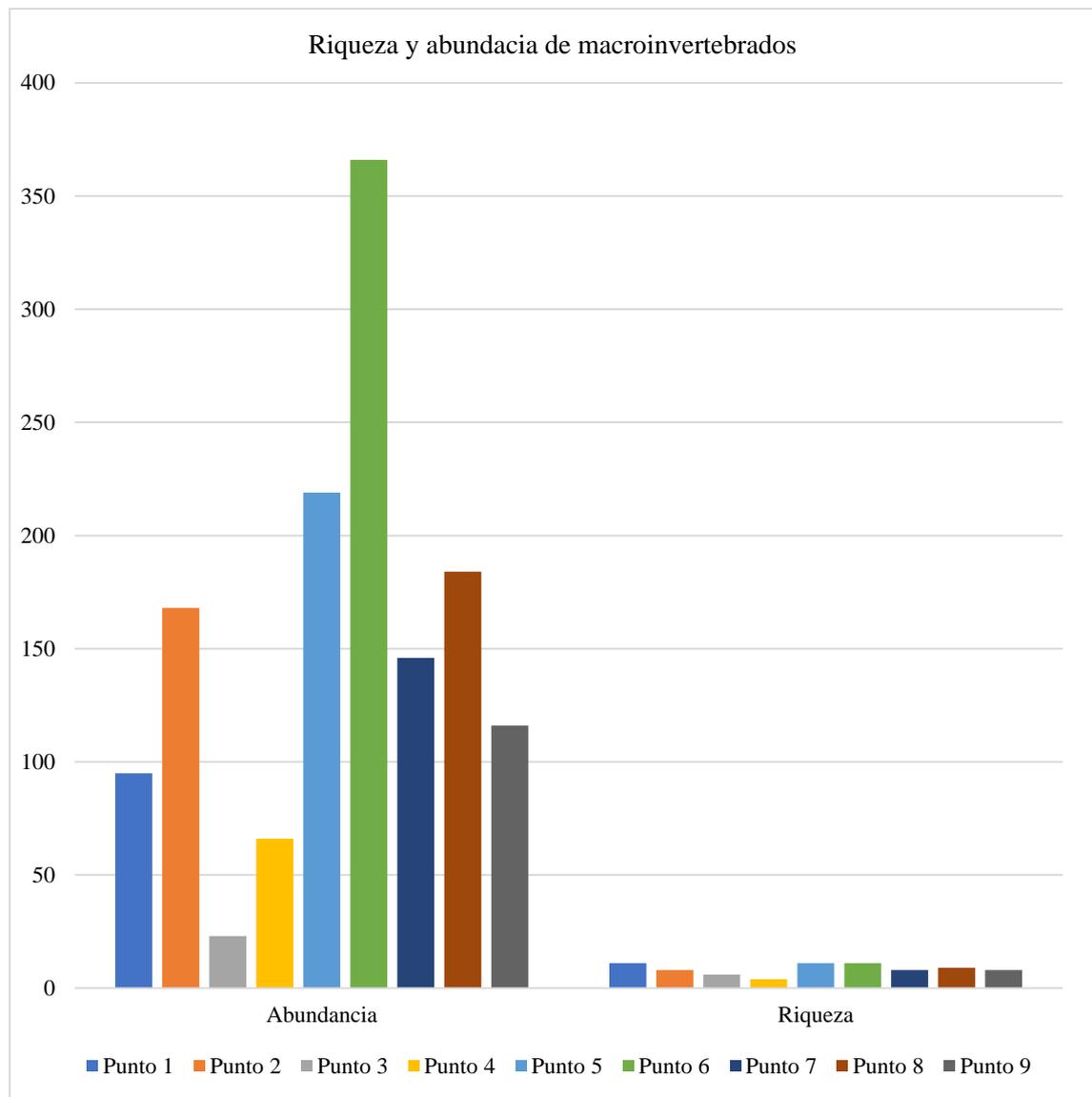
4.1.1 Abundancia y riqueza de la cuenca del río Chambo

En la tabla (16-3) se muestra la abundancia y riqueza de la cuenca del río Chambo obtenido del inventario de macroinvertebrados del río, como se describe a continuación:

Tabla 2-4: Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	Punto 8	Punto 9	Total
Abundancia	95	168	23	66	219	366	146	184	116	1383
Riqueza	11	8	6	4	11	11	8	9	8	21

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019



Gráfica 2-4: Abundancia y riqueza de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

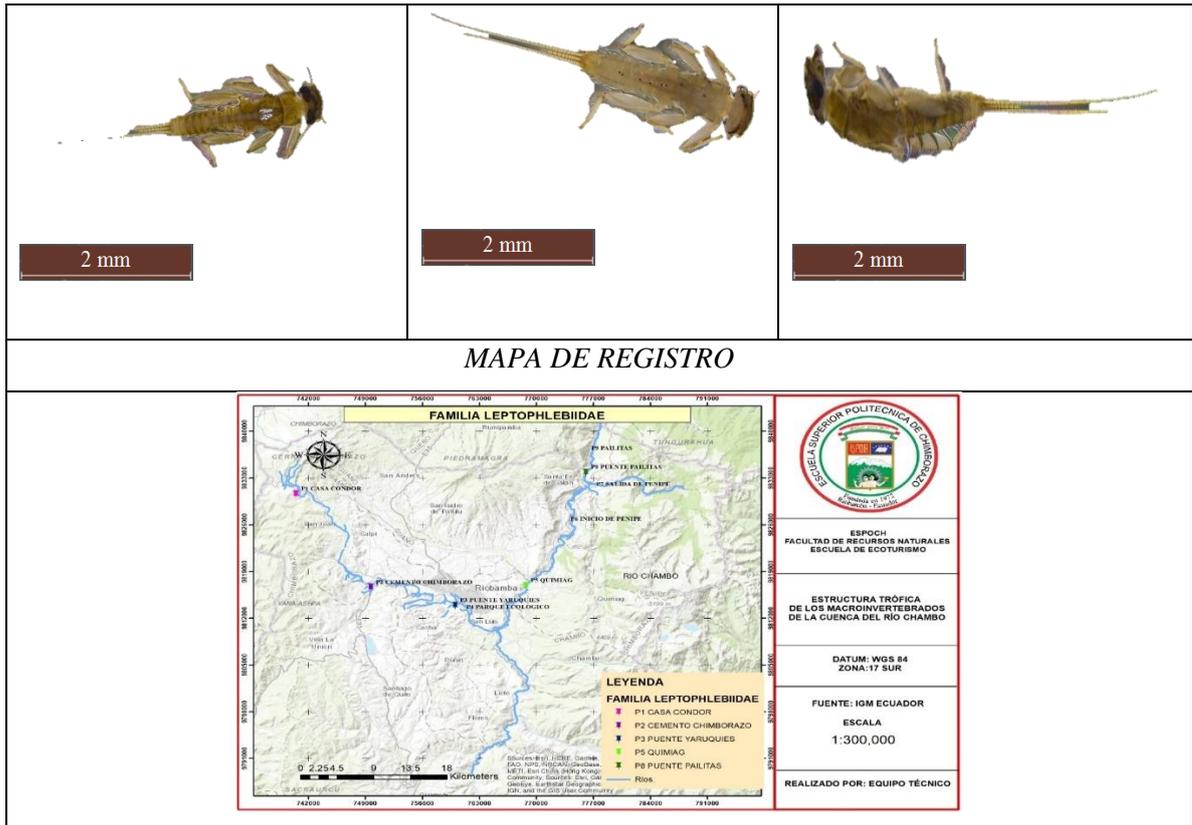
Al concluir el análisis, se obtuvieron datos generales en relación a riqueza y abundancia que mostró la cuenca del río Chambo, estos datos demuestran una riqueza total de 21 familias de las

cuales 20 se lograron identificar; en cuanto a la abundancia, el resultado total es de 1383 individuos recolectados, siendo los Physidos la familia predominante, por otra parte los puntos que presentan mayor riqueza son: el punto Punto 1 (Casa Cóndor), Punto 5 (Quimiag) y Punto 6 (inicio de Penipe) con 11 familias cada una, esto quiere decir que estos tres puntos presentan las mejores condiciones físico ambientales para el desarrollo de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.

4.1.2 Fichas de macronivertebrados presentes en la cuenca del río Chambo

Tabla 3-4: Familia Leptophlebiidae

FAMILIA LEPTOPHLEBIIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Ephemeroptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Branquias abdominales variables, compuestas de una lámina ventral y otra dorsal. Tres cercos terminales, cuerpo aplanado dorsoventralmente. (Ramos P. , cybertesis, 2008)</p> <p>Ninfas de forma y tamaño variable 6.0-10.0 mm. Cuerpo aplanado, cabeza prognata con la región dorsal parcialmente formada por las mandíbulas, palpos labiales y maxilares de tres segmentos, clípeo fusionado a la frente, branquias abdominales con dos láminas y tres filamentos caudales de tamaño similar (Cotorlima, s.f.). Probablemente la familia más diversa de efímeras en América del sur con aproximadamente 40 géneros y 150 especies. Tienen el clípeo fusionado a la frente y la cabeza prognata. Branquias generalmente compuestas de una lámina ventral y otra dorsal (Rincón, et al, 2016).</p>		<p>Ríos y quebradas no contaminadas (Rincón, et al, 2016).</p> <p>Las ninfas habitan muchos tipos de corrientes, y ocurren en una variedad de sustratos. Las ninfas habitan ríos y arroyos de corriente rápida y generalmente se encuentran en los paquetes de hojas o en la vegetación sumergida, aunque también es frecuente hallarlos bajo piedras. Prefieren aguas con buen nivel de oxígeno disuelto y baja carga orgánica residual. Se alimentan de detritos y algas, unas pocas son omnívoras. Tienen hábitos recolectores, raspadores y filtradores (Cotorlima, s.f.).</p> <p>PUNTUACIÓN: BMWP/COL: 9 ABI PERÚ Y ECUADOR: 10 IA: 5</p>	
Vista dorsal	Vista ventral		Vista lateral



Realizado por: Quiguirí Jazmín, 2019

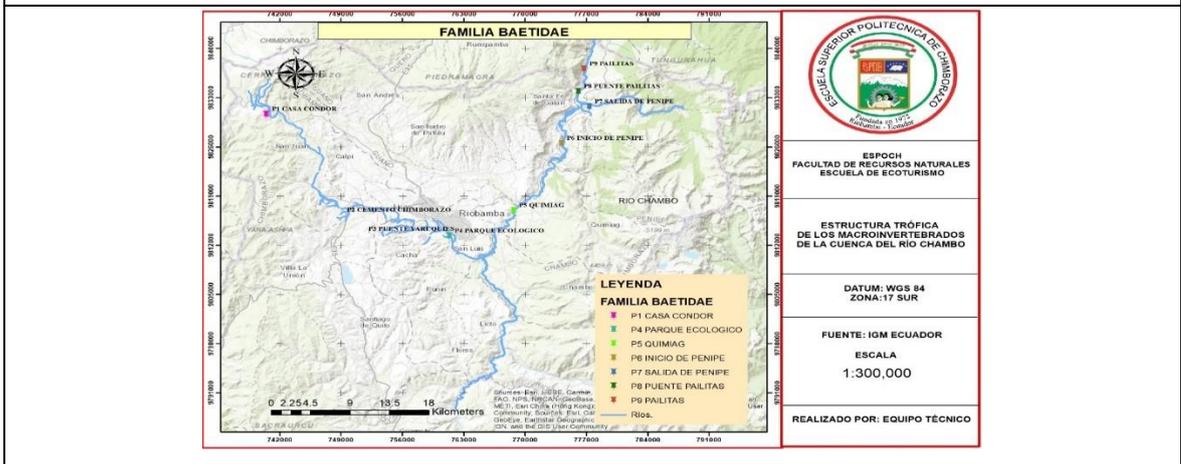
Tabla 4-1: Familia Baetidae

FAMILIA BAETIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Ephemeroptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Posee un cuerpo hidrodinámico, lo que les permite ser muy buenos nadadores. Sus branquias abdominales son simples, generalmente ovales y compuestas de una sola lámina. Tres cercos terminales. (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Las ninfas de los pisciformes pequeños generalmente tienen cuerpos hidrodinámicos, y son nadadores proficientes en aguas calmadas o capaces de mantenerse firmemente en corrientes en ocasiones rápidas. Las ninfas presentan un tamaño de 4.5-8.0 mm (Cotorlima, s.f.).</p> <p>Son insectos pequeños o medianos en los que las ninfas tienen cuerpos modificados para nadar o arrastrarse. Presentan antenas largas, dos o más veces el tamaño de la cabeza, también ocelos</p>		<p>Ríos y quebradas no contaminadas (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Son buenos nadadores, Asociados a vegetación, aunque también se pueden hallar sobre piedras. Habitan preferentemente en sustratos pedregosos, aunque se encuentran en menor número en musgo, pero siempre en corriente rápida. Se alimentan aparentemente como raspadores del biofilm y tiene un espectro amplio en términos de calidad de agua y condiciones ecológicas del hábitat (Cotorlima, s.f.).</p>	
		PUNTUACIÓN	

<p>laterales ubicados posteriormente a la sutura epicraneal, presentan branquias abdominales ovales, compuestas por una única lámina. (Rincón, Merchán, Rojas, Sparer, & Zárate, 2016)</p>	<p>BMWP/COL: 7 ABI PERÚ Y ECUADOR: 4 IA: 4</p>
--	--

<p>Vista dorsal</p>  <p>1 mm</p>	<p>Vista ventral</p>  <p>1 mm</p>	<p>Vista lateral</p>  <p>1 mm</p>
--	--	---

MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 5-4: Familia Elmidae

FAMILIA ELMIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Coleóptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Tanto larvas y adultos son acuáticos (solo algunas excepciones) y de cuerpo endurecido (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>La familia elmidae es una de las más comunes; se registran hasta 55 géneros en América. Los élmidos adultos pueden medir entre 1 y 15 mm de longitud y generalmente son de color oscuro (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Las larvas son de cuerpo elongado, miden de 3-14 mm. El abdomen está dividido en 9 segmentos, el noveno segmento presenta en la superficie ventral un opérculo, el cual contiene las branquias a modo de finas pilosidades (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Viven en aguas corrientes y poco profundas con alto contenido de oxígeno, sobre todo en zonas de arena y grava fina (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Esta familia es completamente acuática; aunque los adultos de algunas especies son encontrados fuera del agua. Tanto las larvas como los adultos se encuentran adheridos a una diversidad de sustratos, principalmente en ríos y arroyos. Los sustratos incluyen: troncos y hojas en descomposición, grava, piedras, arena y vegetación sumergente y emergente. De acuerdo con los hábitos alimenticios existen algunos herbívoros, mientras que otros son detritívoros (Villegas, 2019).</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: 6	
		ABI PERÚ Y ECUADOR:4	
		IA: 5	
Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral	
 <p>1 mm</p>	 <p>1 mm</p>	 <p>1 mm</p>	
<i>MAPA DE REGISTRO</i>			



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 6-4: Familia Hydrobiosidae

FAMILIA HYDROBIOSIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Trichóptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Larvas con sólo el primer segmento esclerotizado. Carecen de branquias en el abdomen. Patas anteriores queladas y patas anales extendidas libremente del abdomen. Noveno segmento abdominal esclerotizado (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Las larvas tienen la boca dirigida hacia delante (prognata), solo poseen el pronoto esclerotizado. El mesonoto y el metanoto son totalmente membranosos. Patas anteriores queladas (la uña formada por una expansión ventral del fémur se opone a la tibia y a los tarsos, formando una pinza), utilizadas para capturar presas, y pseudopatas anales largas, caminadoras. Esclerito de color oscuro en la parte dorsal del noveno segmento abdominal (Villegas, 2019).</p> <p>La principal característica de este género es presentar un esclerito central aproximadamente hexagonal. Las larvas son de vida libre y se alimentan de otros organismos acuáticos, por lo que poseen el primer par de patas adaptadas para agarrar a sus presas (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>		<p>Se encuentran en corrientes de agua fría de las montañas, solo unas pocas habitan en la zona de ríos de tierras bajas. Estas larvas, debido a sus configuraciones, parecen ser exclusivamente depredadoras (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>La mayoría de los individuos de esta familia son de vida libre, sin estuche, hacen refugio o red hasta la pupación, se encuentran sobre las piedras en corrientes de agua fría de las montañas; sólo unas pocas habitan en las zonas de ríos de tierras bajas. Estas larvas, debido a sus configuraciones anatómicas, parecen ser exclusivamente depredadoras (Villegas, 2019).</p>	
Vista dorsal		PUNTUACIÓN	
		<p>BMWP/COL: 9</p> <p>ABI PERÚ Y ECUADOR: 8</p> <p>IA: 5</p>	
		Vista ventral	

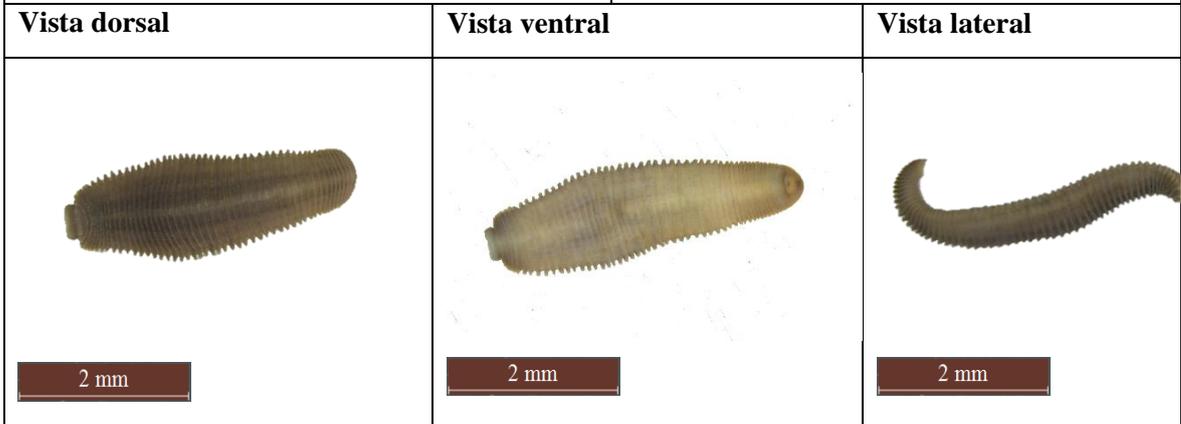


Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

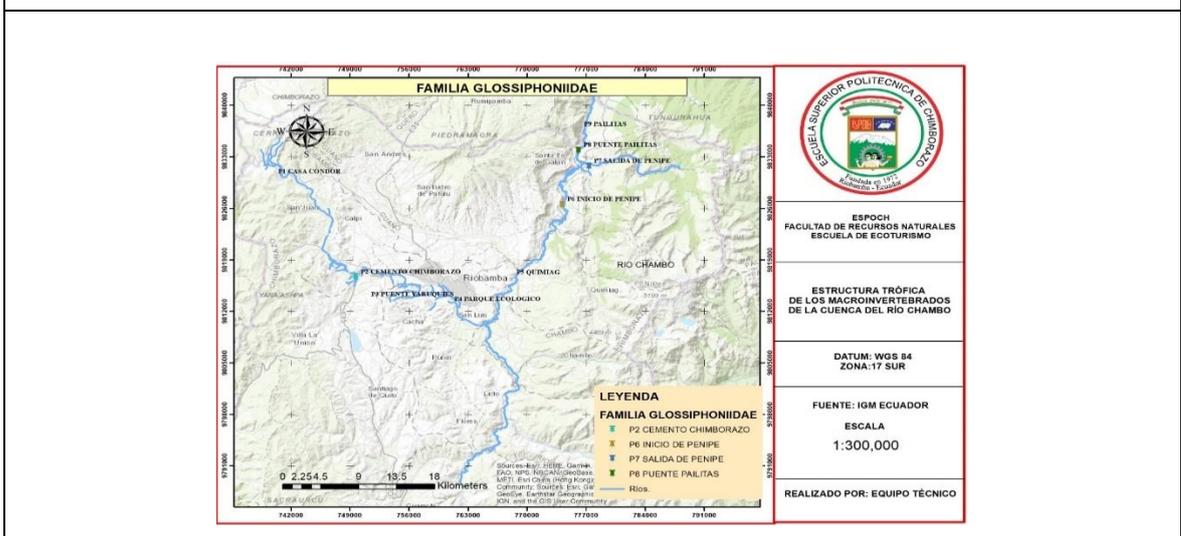
Tabla 7-4: Familia Glossiphoniidae

FAMILIA GLOSSIPHONIIDAE			
CLASE	Clitellata	ORDEN	Rhynchobdellida
DESCRIPCIÓN	HÁBITAT		
<p>Popularmente conocida como sanguijuelas, los primeros segmentos forman la cabeza, su cuerpo está compuesto por 30 segmentos aproximadamente (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Las sanguijuelas miden entre 4,8 mm a 45 mm. El cuerpo es aplanado con una ventosa anterior que rodea la boca y otra posterior o caudal que utiliza para fijarse al sustrato. Su cuerpo está formado por 34 segmentos. Su coloración es blanco marfil, con algunas rayas (Cotorlima, s.f.). El cuerpo no presenta regiones distintivas, siendo éste de forma ovalada con una cabeza estrecha redondeada que lleva una ventosa ventral abierta poco definida. Su cuerpo es</p>	<p>Está conformada por sanguijuelas que se encuentran principalmente en hábitat de agua dulce poco profundos y poco turbulentos. Se esconden de la luz del sol por lo que se los puede encontrar debajo de piedras y vegetación (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Viven por lo regular en aguas quietas, sobre troncos, rocas y residuos vegetales, toleran bajas concentraciones de oxígeno, por lo que frecuentemente se encuentran en lugares con abundante materia orgánica en descomposición. Se consideran, por lo tanto, indicadores de aguas eutrofizadas por efecto de contaminación orgánica (Cotorlima, s.f.).</p>		

<p>aplanado y presenta 34 segmentos que lucen como anillos, pueden alcanzar tamaños entre 7 y 39 mm. (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>	<p>PUNTUACIÓN BMWP/COL: 3 ABI PERÚ Y ECUADOR: - IA: 4</p>
--	---



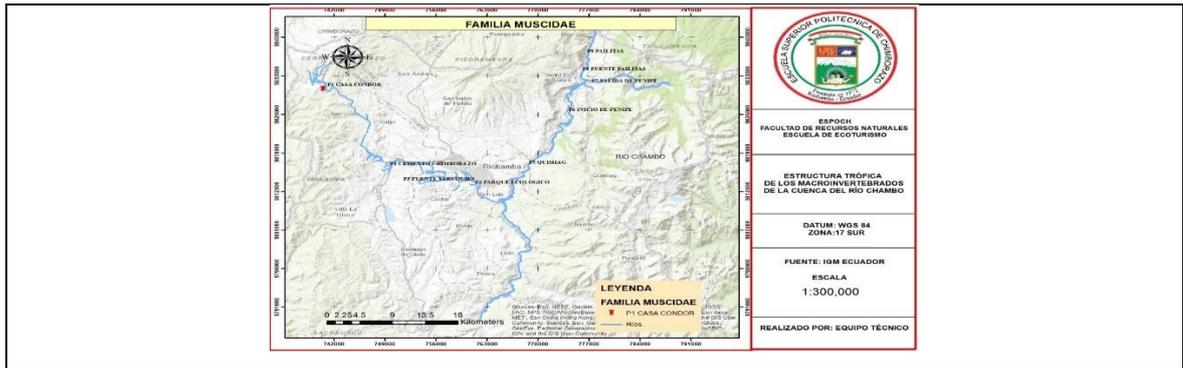
MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 8-4: Familia Muscidae

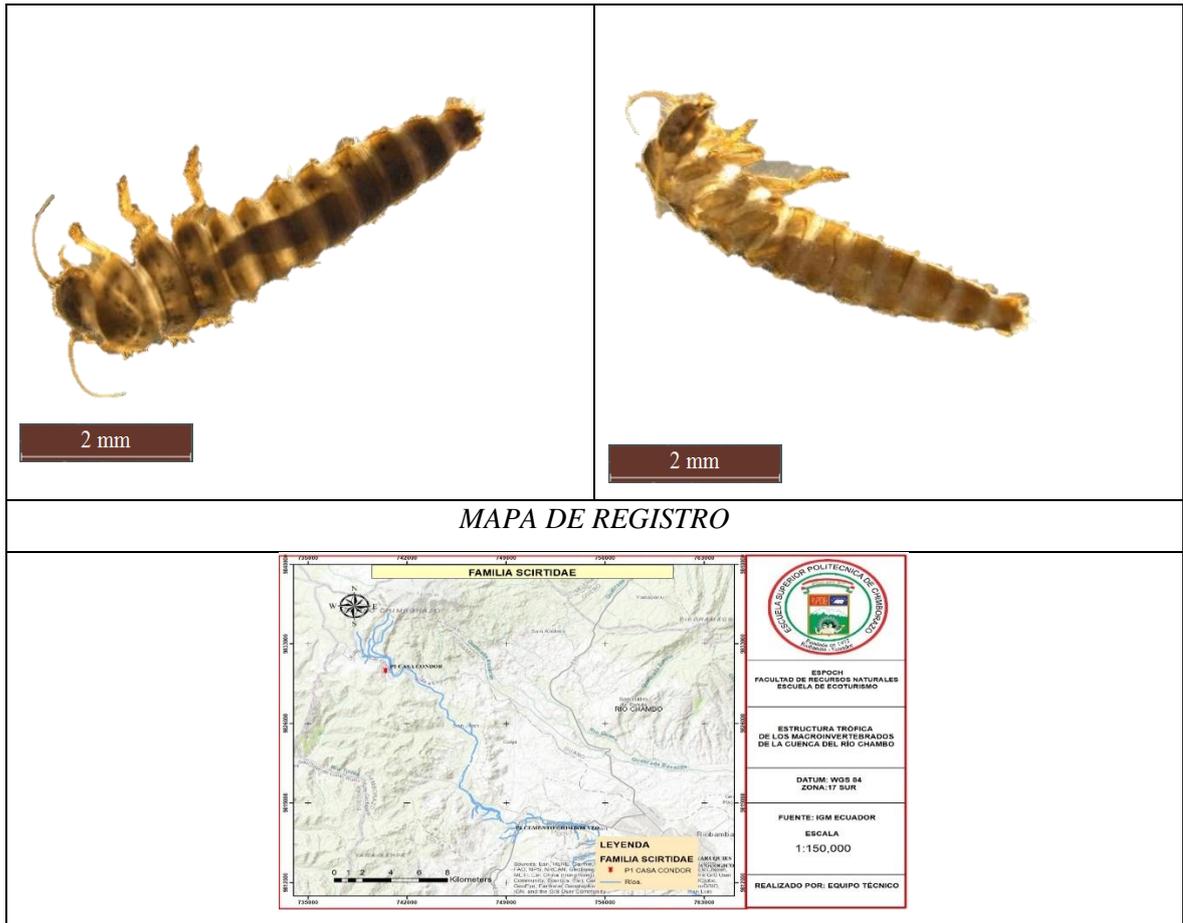
FAMILIA MUSCIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>El cuerpo mide entre 8 y 10 mm, de color beige. Cabeza aparentemente ausente, cuerpo blando, coloración crema o blanca. El último segmento abdominal termina en un par de proyecciones cónicas retráctiles que contienen los espiráculos, las cuales pueden presentar modificaciones que diferencian los géneros y las especies (Cotorlima, s.f.).</p> <p>En ambientes acuáticos pueden alimentarse de materia vegetal en descomposición o apresar otros invertebrados. Larvas subcilíndricas, parte anterior generalmente angosta. Segmentos posteriores generalmente rodeados de 4-8 pares de tubérculos variables en tamaño, espiráculos posteriores en cortos tubos, con tres aperturas respiratorias (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>		<p>Habitan el agua y el suelo húmedo, las larvas del género <i>lispe</i> se encuentran en los márgenes de corrientes, adheridos a superficies de rocas, también se los puede encontrar en el musgo o vegetación sumergida (Rincón, <i>et al</i>, 2016). En márgenes de corrientes adheridas a superficies de rocas, con material orgánico en descomposición. Las larvas son halladas en material orgánico en descomposición de origen vegetal más frecuentemente, pueden ser saprófagas, predadoras (Cotorlima, s.f.)</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: 2	
		ABI PERÚ Y ECUADOR: 2	
		IA: 6	
Vista dorsal		Vista ventral	
			
<i>MAPA DE REGISTRO</i>			



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 9-4: Familia Scirtidae

FAMILIA SCIRTIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Coleoptera
DESCRIPCIÓN	HÁBITAT		
<p>Las larvas son de cuerpo blando, de forma oval- elongados; aplanados dorsalmente; la longitud total del cuerpo varia 4,0 – 5,5 mm. Antenas largas y multisegmentadas; patas con 5 segmentos, incluyendo la uña; la tibia y el tarso están fusionados; abdomen presenta 8 segmentos (Villegas, 2019).</p> <p>En el margen lateral de los segmentos 3 al 6 presentan setas delgadas organizadas de manera irregular. Las larvas de esta familia presentan piernas con 3 – 4 segmentos aparentes y una garra, y abdomen de 9 segmentos, las antenas son mucho más largas que la cabeza y el tórax juntos y presentan múltiples articulaciones después del tercer segmento. Los adultos no son acuáticos (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>	<p>Se desarrollan en la mayoría de hábitat acuáticos, como lagos, ríos y quebradas donde habitan la zona bentónica (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>En esta familia las larvas son acuáticas y los adultos son terrestres. No obstante, los adultos se encuentran sobre la vegetación cercana a los cuerpos de agua, sus hábitos alimenticios se desconocen. Las larvas habitan una variedad de ambientes acuáticos representados en ríos, arroyos, estanques y lagunas. Las larvas algunas son detritívoras, mientras que otras son herbívoras (Villegas, 2019).</p>		
	PUNTUACIÓN		
	BMWP/COL: 7		
	ABI PERÚ Y ECUADOR: 5		
	IA: 6		
Vista dorsal	Vista ventral		



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 10-4: Familia Hyalellidae

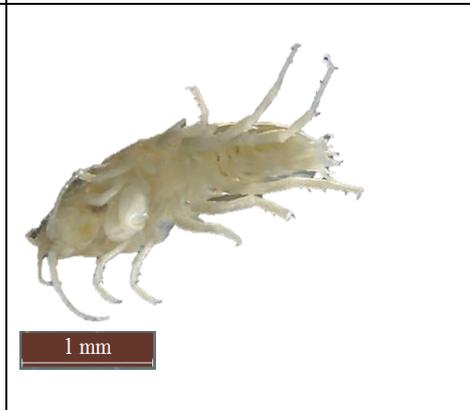
FAMILIA HYALELLIDAE			
CLASE	Malacostraca	ORDEN	Amphipoda
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Organismos de cuerpo comprimido lateralmente, miden entre 5,5 mm y 10,5 mm, de coloración blanquecina o amarillenta, la primera antena no tiene flagelo accesorio, presenta ojos y no tienen palpo mandibular (Cotorlima, s.f.).</p> <p>Cada segmento del tórax posee un par de apéndices, presentan una gran homogeneidad morfológica presentando incluso complejos de especies crípticas, morfológicamente indistinguibles (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>		<p>Es un género de agua dulce altamente diverso, que se encuentra principalmente en Sudamérica con al menos 50 especies, y se conocen también 9 especies en América del norte (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Viven en aguas corrientes y remansos de quebradas, asociado a materia orgánica en descomposición, donde se forman densas poblaciones. Algunas especies son detritívoras y depredadoras de zooplancton y larvas de quironómidos (Cotorlima, s.f.).</p>	
		PUNTUACIÓN	

BMWP/COL: 7
 ABI PERÚ Y ECUADOR: 6
 IA: 4

Vista dorsal



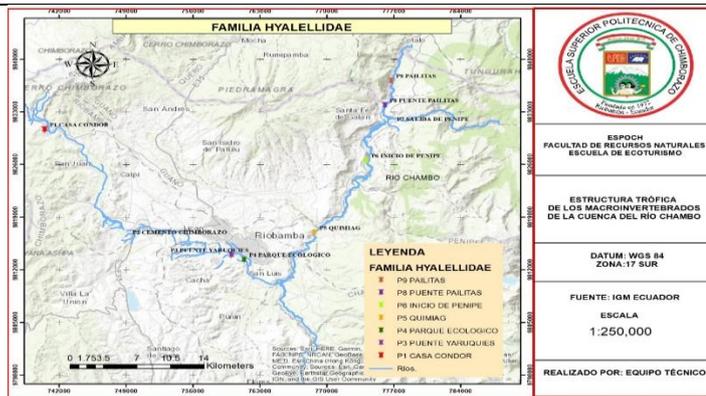
Vista ventral



Vista lateral



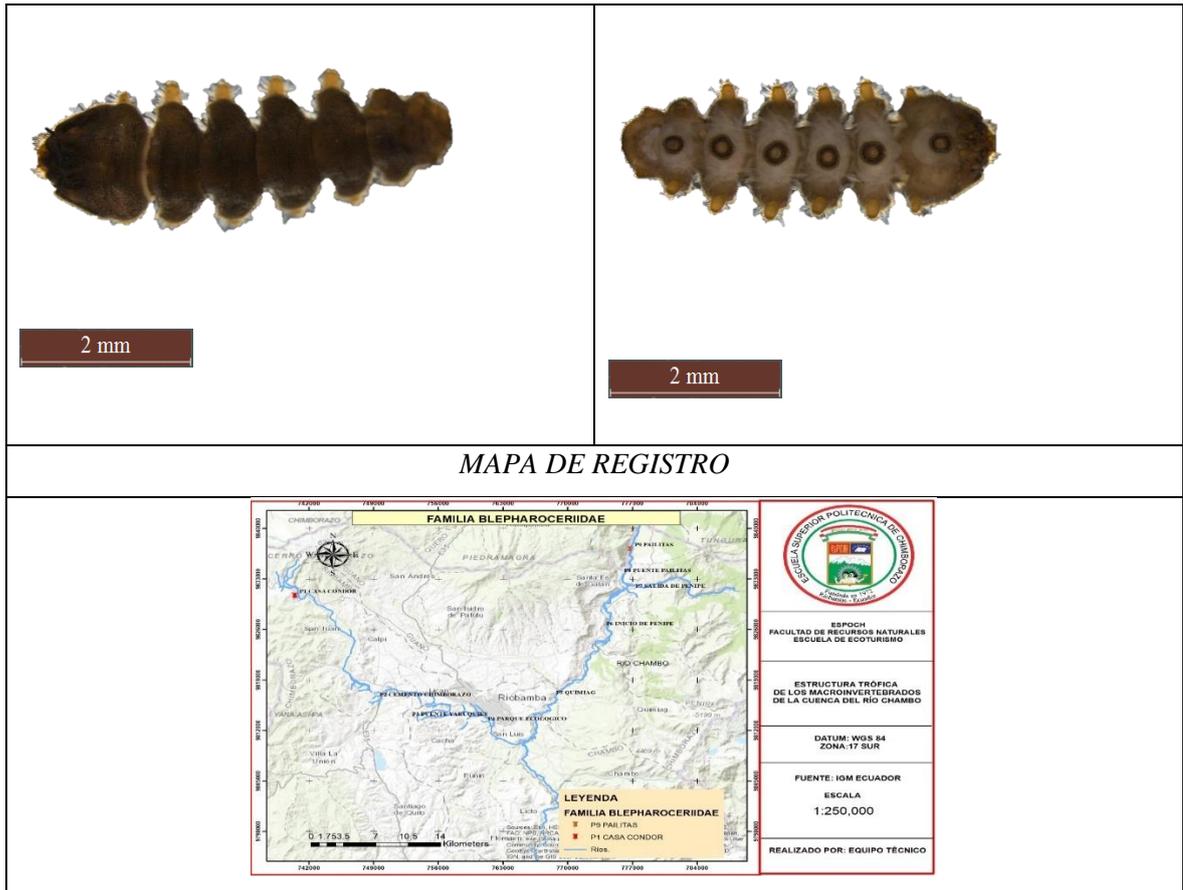
MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 11-4: Familia Blepharoceridae

FAMILIA BLEPHAROCERIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Las larvas son cilíndricas con la parte ventral aplanada. El pseudópodo dorsal VII se encuentra bien desarrollado y se proyecta hacia el margen posterior. Los márgenes anterior y posterior de los segmentos abdominales son redondeados, y se forma un gran espacio entre los segmentos cuando la larva se contrae (forma lobular). La base y zona media de los pseudópodos presentan dentículos (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Cuerpo de color café, gris oscuro y negro en el dorso y gris o beige ventralmente, miden entre 3 y 6 mm de longitud. El tórax y primer segmento abdominal fusionados a la cabeza, siendo indiferenciables, en la parte ventral con una fila de discos succionadores que sirven para adherirse al sustrato, las modificaciones de estos diferencian los géneros y especies (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Se caracteriza por encontrarse en agua loticas, cascadas muy oxigenadas y limpias, considerándose indicadores de aguas oligotróficas, los estados preimaginales viven cerca de aguas torrenciales. Las larvas se adhieren a la superficie lisa de rocas a través de ventosas ventrales y las pupas se fijan permanentemente al sustrato hasta convertirse en adultos (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Habita en ambientes de agua muy correntosas sobre rocas lisas y cascadas. Los estados preimaginales viven en o cerca de aguas torrenciales, en este ambiente forman grupos en las porciones de los arroyos, donde el agua corre más fuerte. Las larvas se adhieren a la superficie lisa de las rocas ayudadas por ventosas ventrales que les permiten desplazarse, las pupas se fijan permanentemente al sustrato hasta la emergencia del adulto (Cotorlima, s.f.).</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: 10	
		ABI PERÚ Y ECUADOR: 10	
		IA: 6	
Vista dorsal		Vista ventral	



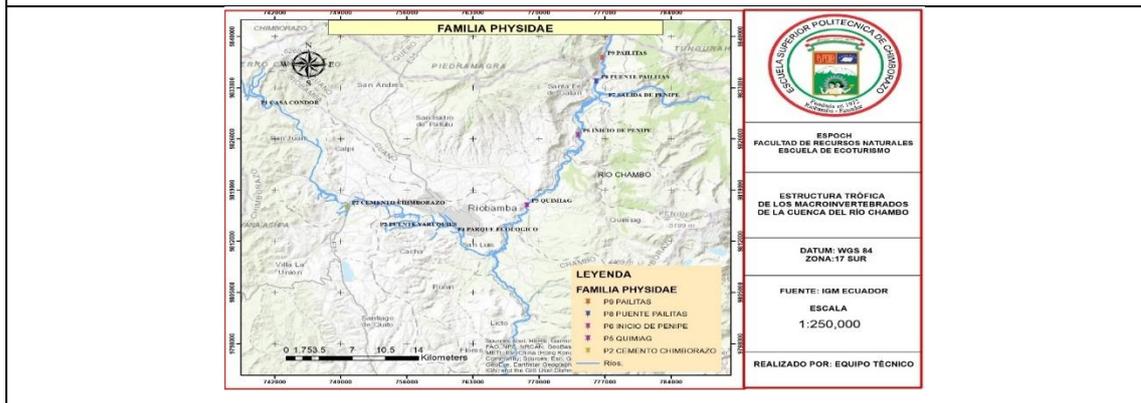
Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

Tabla 12-4: Familia Physidae

FAMILIA PHYSIDAE			
CLASE	Gastrópoda	ORDEN	Basommatophoda
DESCRIPCIÓN		HÁBITOS	
<p>Las conchas son ovaladas, delgadas y sinostróginas. La longitud puede ser de 9,40 mm a 12,9 mm de largo y 5,10 mm a 6,8 mm de ancho. La espira es muy aguda y el periostraco es liso, brillante y de color café-amarillo, con una mancha verde (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Se encuentran en todo tipo de aguas, pero con preferencia en aguas contaminadas, son más resistentes a la contaminación que los limneidos. Se adhieren a vegetación emergente, son herbívoros, se ubican en sitios con restos orgánicos (Cotorlima, s.f.).</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: -	
		ABI PERÚ Y ECUADOR: 3	
		IA: 4	
	Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral



MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

Tabla 13-4: Familia Tubificidae

FAMILIA TUBIFICIDAE			
CLASE	Oligochaeta	ORDEN	Haplotaxida
DESCRIPCIÓN	<p>Presentan todo el cuerpo segmentado y sin apéndices, miden alrededor de 10 mm. (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Individuos grandes, miden más de 1 cm. de largo y de ancho entre 0,5 y 1,1 mm.</p> <p>Presentan quetas dorsales capilares acompañadas por quetas pectinadas o bífidas, las quetas ventrales son semejantes a las dorsales, los haces ventrales presentan numerosas quetas bífidas o en ocasiones unicuspides (Cotorlima, s.f.).</p>		
HÁBITOS	<p>La mayoría viven en aguas eutrofizadas, sobre fondos lodosos, con abundante materia orgánica en descomposición, son detritívoros, algunos pueden vivir tanto en el agua dulce como salada (Cotorlima, s.f.).</p>		
PUNTUACIÓN	<p>BMWP/COL: -</p> <p>ABI PERÚ Y ECUADOR: -</p> <p>IA: 4</p>		
Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral	

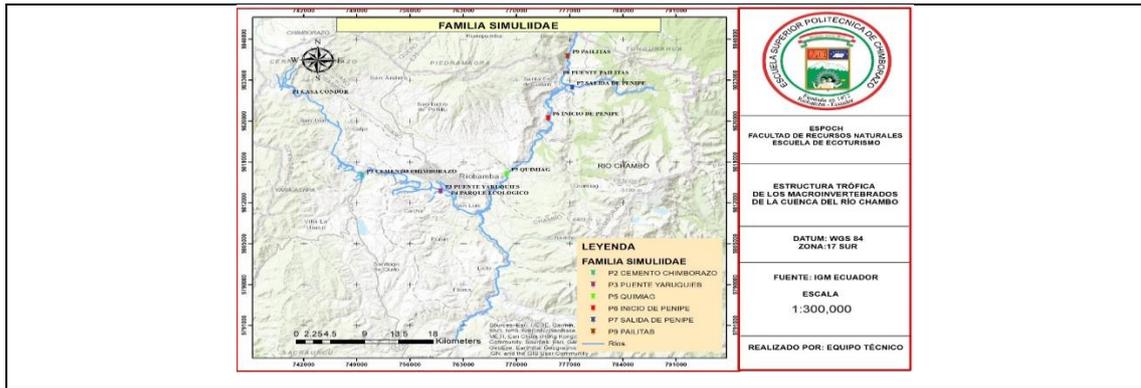


Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 14-4: Familia Simuliidae

FAMILIA SIMULIIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN	HÁBITAT		
<p>Larva con cápsula cefálica generalmente con un par de estructuras en forma de abanicos dorso laterales. Abdomen ensanchado apicalmente. Segmento terminal con un anillo de numerosas hileras de setas en forma de ganchillos. Un par de pseudópodos sobre el protórax y un disco adhesivo en el último segmento abdominal (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Su tamaño varía entre 1 a 10mm, la coloración es beige, amarilla, verde y café, cápsula cefálica bien formada, en la que se ubican una serie de apéndices que forman una estructura similar a un abanico</p>	<p>Se desarrollan en la mayoría de hábitat acuáticos, como lagos, ríos y quebradas donde habitan la zona bentónica (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Generalmente escogen sitios con flujos de agua continuo y rápido; se ubican cerca de la superficie donde existe mayor concentración de oxígeno sobre hojas o ramas o bien sustratos pedregosos libres de algas y fango que permiten su fijación, no se les encuentra sobre limo, ni tampoco cuando hay muchas algas unicelulares. Se encuentran con mayor frecuencia en aguas corrientosas, también en pequeños riachuelos naturales y artificiales.</p>		

<p>filtrador. El abdomen presenta sus segmentos anteriores delgados y hacia su parte terminal más ensanchados, con la presencia característica de un anillo de hileras de ganchos en la parte terminal del cuerpo, Presentan una propata torácica y en el último segmento abdominal un disco anal para adherirse al sustrato (Cotorlima, s.f.).</p> <p>En el margen lateral de los segmentos 3 al 6 presentan setas delgadas organizadas de manera regular. El margen anterior del labio es relativamente recto, Son un grupo de dípteros cosmopolitas que están íntimamente ligados a ambientes lóticos, en donde las larvas y pupas habitan cerca de la superficie. Las larvas son generalmente de tono grisáceo, negro, amarillento o castaño. Presentan una forma subcilíndrica con una cabeza bien diferenciada, con el tercio posterior del cuerpo expandido (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>		<p>Son considerados indicadores de aguas oligotrófica (Villegas, 2019).</p> <p>PUNTUACIÓN BMWP/COL: 8 ABI PERÚ Y ECUADOR: 5 IA: 4</p>
Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral
		
<i>MAPA DE REGISTRO</i>		



Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

Tabla 15-4: Familia Chironomidae

FAMILIA CHIRONOMIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN	<p>Es la familia mejor representada en cuanto a abundancia y diversidad en los ambientes acuáticos continentales. Su identificación taxonómica se basa en caracteres del mentón, placas ventromentales, mandíbula y lígula, este último carácter sólo está presente en los Tanypodinae (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Coloración, verde, amarilla, beige, blanca y café. Tamaño varía de 2 a 13 mm de longitud. Cabeza capsulada, bien desarrollada, esclerotizada y no retráctil. El tórax y el abdomen están bien fusionados, alargados y cilíndricos. Dos prolongaciones, una a nivel del protórax y otra en el último segmento abdominal. Cuerpo generalmente provisto de setas o pelos ordenados en hilera, en mechones o irregularmente distribuidos, en el último segmento abdominal se localiza un par de procercos que generalmente finalizan con un mechón de largas setas anales. Entre los procercos y los parápodos posteriores se ubican lo túbulos anales, cuyo número puede</p>		<p>HÁBITAT</p> <p>Las larvas se pueden hallar sobre cualquier tipo de sustrato ya sea fangoso, arenoso o rocas; sobre vegetación sumergida o sobre otros organismos. Las larvas se caracterizan por ser macrófagas (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p> <p>Se encuentra en cuerpos de agua tanto naturales como artificiales, en aguas someras o profundas, corrientes o estancadas, sobre amplias superficies o en pequeños reservorios (bromeliaceas, axilas de las plantas). También se les encuentra en fango, arena y con abundante materia orgánica en descomposición. Son indicadores de agua mesoeutróficas. Las larvas pueden ser macrófagas (carnívoras), micrófagas (fitófagas) o detritívoras (Villegas, 2019).</p> <p>PUNTUACIÓN</p> <p>BMWP/COL: 2</p> <p>ABI PERÚ Y ECUADOR: 2</p> <p>IA: 4</p>

variar de 2 a 6, cortos, digitiformes o largos y adelgazados. (Cotorlima, s.f.)

Las formas larvianas de esta familia se caracterizan por presentar una cápsula craneal completa, no retráctil sobre el tórax, bien quitinizada, con estructuras sensoriales y aparato bucal con estructuras de variada complejidad y característico de cada subfamilia. Presentan 12 segmentos corporales, en el último segmento se encuentra un par de parápodos. Los tres primeros segmentos constituirán el cefalotórax de la futura pupa. No poseen espiráculos funcionales (Rincón, *et al*, 2016).

Vista dorsal



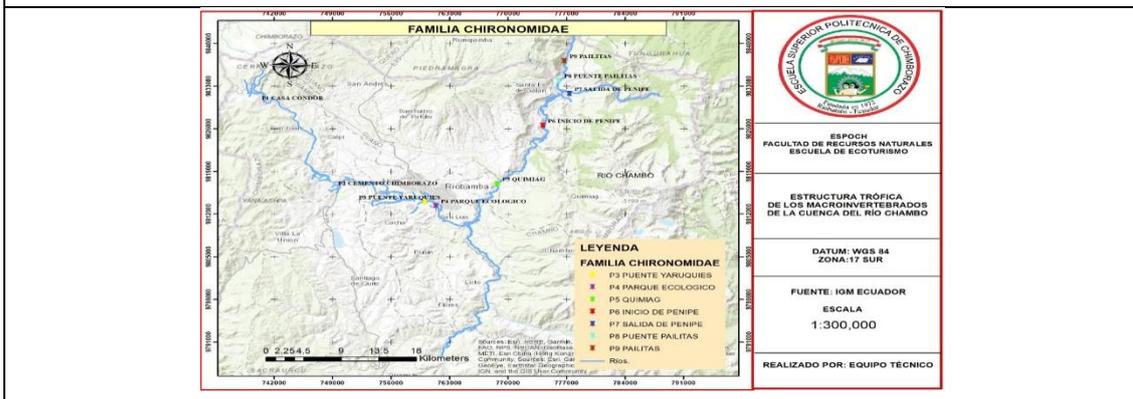
Vista ventral



Vista lateral



MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

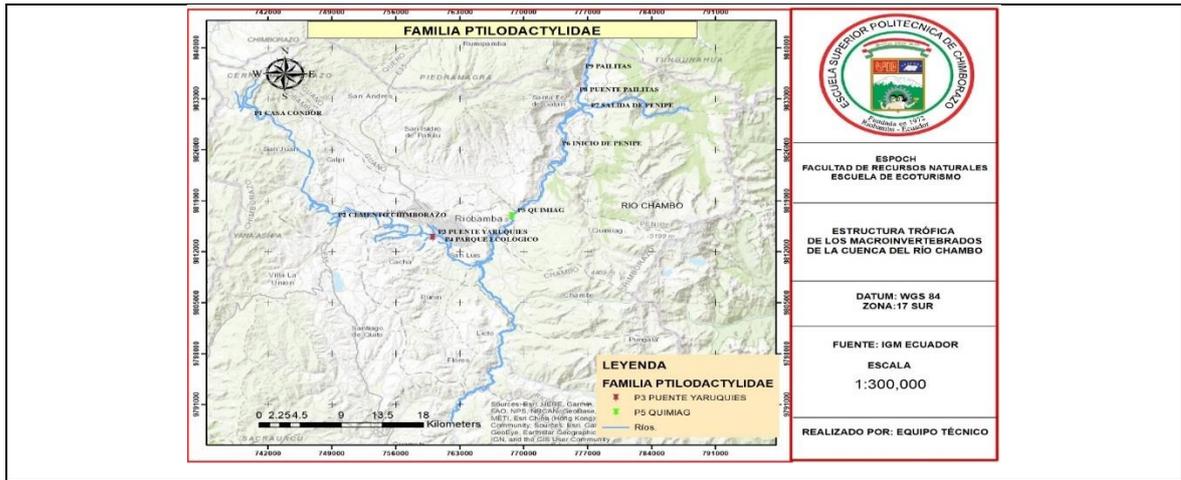
Tabla 16-4: Familia Planariidae

FAMILIA PLANARIIDAE		ORDEN	Tricladida
CLASE	Turbellaria		
DESCRIPCIÓN		HÁBITOS	
<p>Cuerpo plano, cabeza plana circular o triangular; con dos ojos u ocelos y su “boca” está ubicada en la zona media ventral (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Miden entre 2,6 mm y 3,7 mm. Presentan colores grises, pardos, amarillentos o blancos, el cuerpo es plano y alargado.</p> <p>Poseen una cabeza marcadamente triangular, con dos ojos y además dos proyecciones auriculares prominente y móviles a cada lado (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Viven en aguas poco profundas, tanto correntosas como estancadas, debajo de piedras, troncos, ramas, hojas y sustratos similares, en ambientes acuáticos bien oxigenados, pero algunas especies pueden resistir cierto grado de contaminación, son fuente de alimento para ninfas de odonatos y otros insectos acuáticos (Cotorlima, s.f.).</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: 7	
		ABI PERÚ Y ECUADOR: -	
		IA: 4	
Vista dorsal		Vista ventral	
 <p>2 mm</p>		 <p>2 mm</p>	
MAPA DE REGISTRO			
			

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

Tabla 17-4: Familia Ptilodactylidae

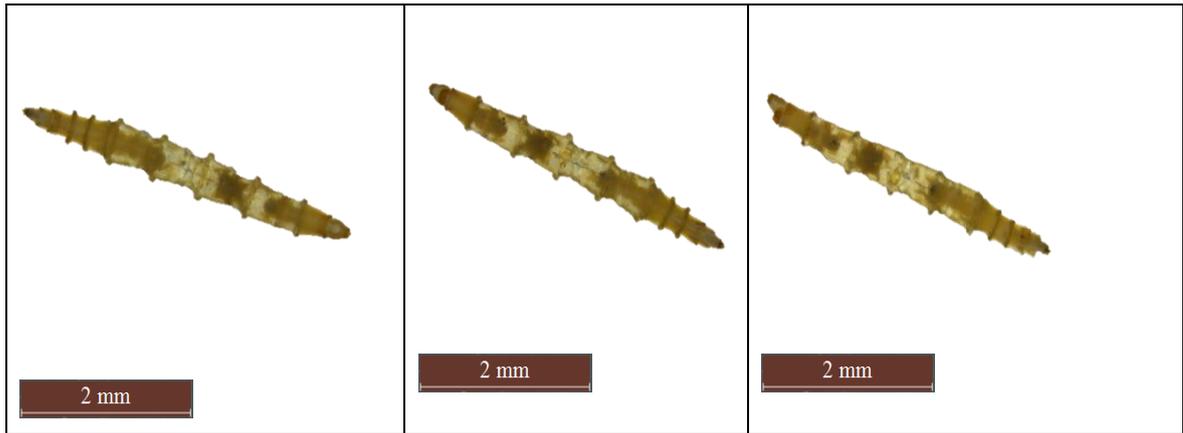
FAMILIA PTILODACTYLIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Coleóptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITOS	
<p>La larva generalmente es de forma alargada; la longitud total del cuerpo varía entre 12 y 18 mm. Se caracterizan por presentar antenas con 3 segmentos de forma tubular; abdomen con 9 segmentos, el último segmento posee en la superficie ventral un par de agallas branquiales a manera de apéndices; patas con 5 segmentos, incluyendo la uña (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Los adultos son todos terrestres, solamente algunas larvas son acuáticas. No obstante, los adultos, los cuales son terrestres, generalmente se encuentran en márgenes de arroyos, sobre plantas herbáceas. Las larvas suelen vivir en aguas poco profundas, enterrados sobre el sustrato. Las larvas generalmente son herbívoras o detritívoras (Cotorlima, s.f.).</p>	
PUNTUACIÓN			
BMWP/COL: 10			
ABI PERÚ Y ECUADOR: 5			
IA: 5			
Vista lateral		Vista ventral	
			
2 mm		2 mm	
<i>MAPA DE REGISTRO</i>			



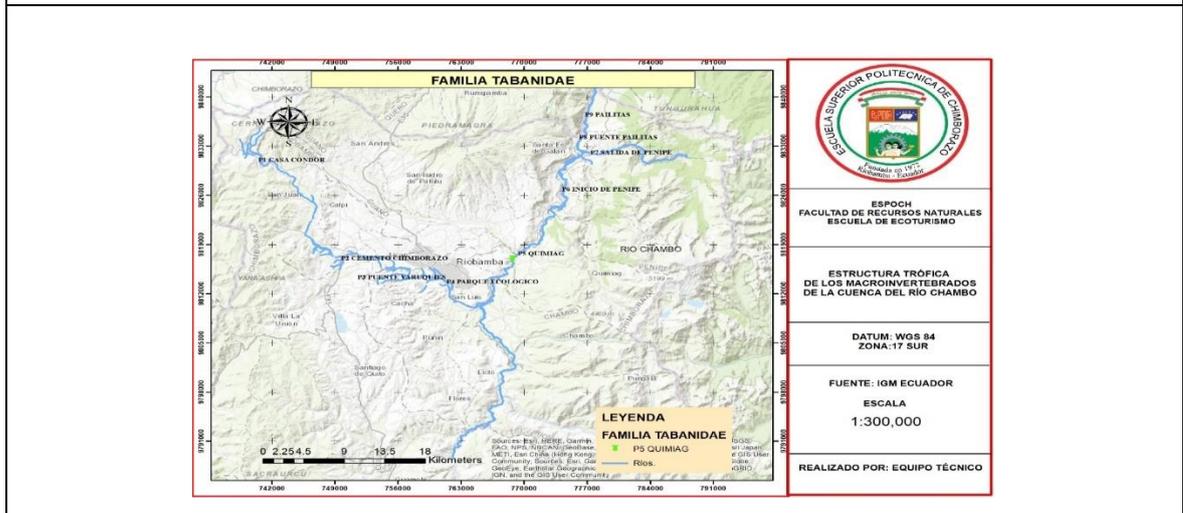
Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

Tabla 18-4: Familia Tabanidae

FAMILIA TABANIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITOS	
<p>Cuerpo de color beige y longitud del cuerpo de 23mm. Larva cilíndrica, rígida, con cortas prolongaciones en cada uno de los segmentos, órganos respiratorios en la parte posterior del cuerpo, el último segmento abdominal termina en un sifón que puede presentar espinas (Tabanus) o ausencia de estas (Chrysops) (Cotorlima, s.f.).</p>		<p>Se encuentra enterradas en sedimentos o debajo de piedras, como también en aguas correntosas o peñascos con materia orgánica en descomposición, (indicadores de aguas mesoeutróficas). Las larvas se encuentran en diversidad de hábitat, pero el mayor porcentaje de especies son acuáticas o semiacuáticas, habitan aguas corrientes o estancadas, lentas, huecos de árboles o receptáculos de plantas, suelo húmedo o madera en descomposición. Aguas con material orgánico en descomposición, en áreas marginales adheridos a la vegetación (Villegas, 2019).</p>	
		PUNTUACIÓN	
		BMWP/COL: 5	
		ABI PERÚ Y ECUADOR: 4	
		IA: 5	
Vista dorsal		Vista ventral	Vista lateral



MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

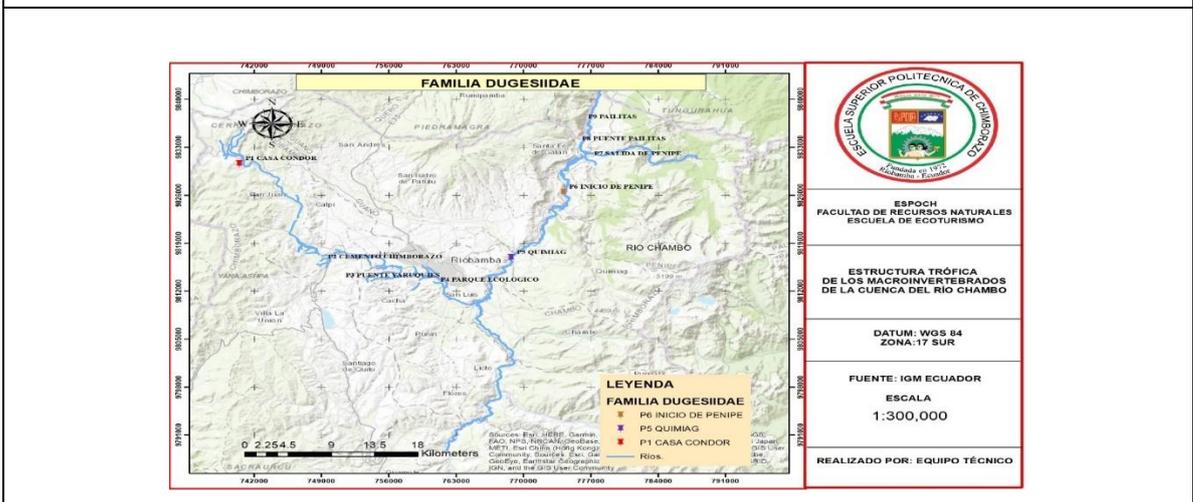
Tabla 19-4: Familia Dugesiidae

FAMILIA DUGESIIDAE		ORDEN	Tricladida
CLASE	Rhabditophora		
DESCRIPCIÓN	Cuerpo alargado, dorsoventralmente aplanado, rematado en punta en ambos extremos, superficie dorsal del cuerpo de color pardo oscuro con pequeñas y tenues motas negras, con una línea de color mostaza muy tenue que nace en medio y antes del nivel de los ojos y a medida que se extiende hasta la parte posterior del cuerpo se va tornando oscura (Reyes, 2016). Incluye alrededor de 75 especies, todas con apariencia similar: una cabeza triangular con dos ojos y un cuerpo aplanado y elongado. Las	HÁBITAT	Está presente en aguas dulces, presenta una distribución casi cosmopolita, y habita generalmente bajo troncos, piedras y hojas en aguas poco profundas (Rincón, <i>et al</i> , 2016). Presente en la región Neotropical (países donde se ha confirmado su presencia: Argentina, Perú, Venezuela, Bolivia, Ecuador, Chile, Caribe, Brasil, Paraguay y Colombia) (Reyes, 2016).

<p>diferentes especies se clasifican en base a la morfología de su aparato copulatorio.</p>	<p>PUNTUACIÓN BMWP/COL: - ABI PERÚ Y ECUADOR: - IA: 5</p>
---	---

Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral
 <p data-bbox="284 1160 411 1193">1 mm</p>	 <p data-bbox="707 1160 834 1193">1 mm</p>	 <p data-bbox="1153 1160 1281 1193">1 mm</p>

MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguri Jazmín, 2019

Tabla 20-4: Familia Limnephilidae

FAMILIA LIMNEPHILIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Trichoptera
DESCRIPCIÓN Son grandes; los adultos pueden medir hasta 15 mm de largo. Las larvas se alimentan de detrito y construyen casas o refugios de diferentes materiales, como pedazos de plantas o piedras. Tienen la antena situada entre el ojo y el margen anterior de la cabeza; y un cuerno prosternal (Villegas, 2019).		HÁBITOS Viven en lagos y ríos de aguas frías (Villegas, 2019). PUNTUACIÓN BMWP/COL: 7 ABI PERÚ Y ECUADOR: 7 IA: 6	
Vista dorsal	Vista ventral	Vista lateral	
			
MAPA DE REGISTRO			
 <div style="float: right; border: 1px solid black; padding: 5px; width: 150px;">  <p>ESPOCH FACULTAD DE RECURSOS NATURALES ESCUELA DE ECOTURISMO</p> <p>ESTRUCTURA TRÓFICA DE LOS MACROINVERTEBRADOS DE LA CUENCA DEL RÍO CHAMBO</p> <p>DATUM: WGS 84 ZONA: 17 SUR</p> <p>FUENTE: IGM ECUADOR ESCALA: 1:300,000</p> <p>REALIZADO POR: EQUIPO TÉCNICO</p> </div>			

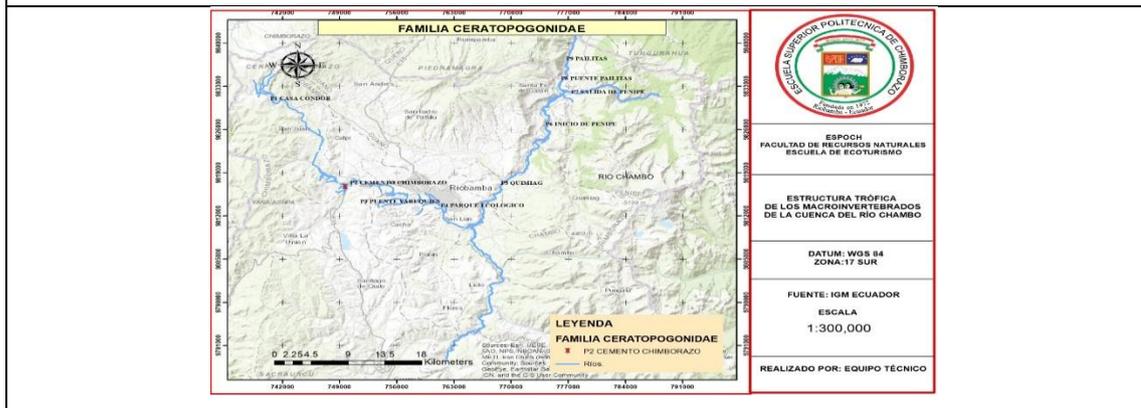
Realizado por: Quiguirí Jazmín, 2019

Tabla 21-4: Familia Ceratopogonidae

FAMILIA CERATOPOGONIDAE			
CLASE	Insecta	ORDEN	Díptera
DESCRIPCIÓN		HÁBITAT	
<p>Estas larvas carecen de pseudópodos, no se distinguen divisiones en los segmentos torácicos y abdominales (Ramos P. , cybertesis, 2008).</p> <p>Su tamaño varía de 1 a 8 mm de longitud, el color del cuerpo es café, beige, gris, negro, verde. Cabeza capsulada, diferenciada y estructurada. El cuerpo puede ser aplanado o cilíndrico, de consistencia rígida y coloraciones de amarillo a verde. El tórax y el abdomen no se diferencian entre sí; el último segmento abdominal puede presentar apéndices con relevancia taxonómica (Cotorlima, s.f.)</p> <p>Las larvas de la familia Ceratopogonidae presentan la cabeza bien esclerotizada. “Collar” entre la cabeza y el tórax. Tres segmentos torácicos y 9 abdominales muy notorios. Sin espiráculos funcionales. El tórax y el abdomen no se diferencian entre sí, el último segmento abdominal puede presentar apéndices con relevancia taxonómica. La mayoría vive en zonas húmedas. Pueden ser terrestres, semiacuáticas o acuáticas. Muchas viven en aguas retenidas por troncos y hojas de plantas. Algunas especies son bentónicas (Rincón, <i>et al</i>, 2016).</p>		<p>Habitano en aguas lóxicas, adheridos a rocas emergentes, en aguas lénticas, charcas y lagos con material vegetal en descomposición. Sus estadios preimaginales son acuáticos, fango o arena húmeda a orilla de pantanos, charcos ríos y aguas salobres semiacuáticos y terrestres bajo la corteza de madera húmeda (Villegas, 2019).</p> <p>PUNTUACIÓN BMWP/COL: 3 ABI PERÚ Y ECUADOR: 4 IA: 3</p>	
Vista dorsal		Vista ventral	Vista lateral



MAPA DE REGISTRO



Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

4.2 Análisis de los grupos funcionales de macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo

4.2.1 Grupos funcionales

Tabla 22-4: Composición trófica de los macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.

FAMILIA	GRUPO FUNCIONAL	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Leptophlebiidae	COLECTOR (Turizo, 2018)	6	110	3	0	35	0	0	36	0
Baetidae	COLECTOR -RECOLECTOR (Ambrosio, 2014)	17	0	0	1	38	84	68	6	45
Elmidae	COLECTOR -RECOLECTOR (Motta, <i>et al.</i> , 2016)	37	0	0	0	0	2	1	4	1
Hydrobiosidae	DEPREDADOR (Turizo, 2018)	2	0	0	0	0	1	4	1	0
Glossiphoniidae	DETRITÍVOROS (Rivera, <i>et al.</i> , 2013)	0	2	0	0	0	5	1	4	0
Muscidae	DEPREDADOR (Turizo, 2018)	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Scirtidae	COLECTOR (Rivera, <i>et al.</i> , 2013)	5	0	0	0	0	0	0	0	0
Hyalellidae	COLECTORES-RASPADORES (Rivera, <i>et al.</i> , 2013)	1	0	16	62	4	4	0	11	1
Blepharoceridae	RASPADOR (Turizo, 2018)	15	0	0	0	0	0	0	0	1

Physidae	COLECTORES – RASPADORES (Rivera, <i>et al.</i> , 2013)	0	4	0	0	128	201	0	111	6
Tubificidae	DETRITÍVORO (Ferrú & Fierro, 2015)	0	20	1	0	1	4	0	0	0
Simuliidae	COLECTOR -FILTRADOR (Motta, <i>et al.</i> , 2016)	0	28	1	0	2	48	7	0	22
Chironomidae	COLECTOR - RECOLECTOR (Motta, <i>et al.</i> , 2016)	0	0	1	2	5	12	61	9	37
Planariidae	DEPREDADOR (Ramos P. , cybertesis, 2008)	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Ptilodactylidae	DETRITÍVORO (Turizo, 2018) fragmentador (Motta, <i>et al.</i> , 2016)	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Tabanidae	DEPREDADOR (Ferrú & Fierro, 2015)	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Dugesidae	DETRITÍVORO (Alvarez, 2014)	6	0	0	0	2	1	0	0	0
Limnephilidae	DEPREDADOR (Ramos P. , cybertesis, 2008)	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	DEPREDADOR (Motta, <i>et al.</i> , 2016)	0	4	0	0	0	0	0	0	0

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

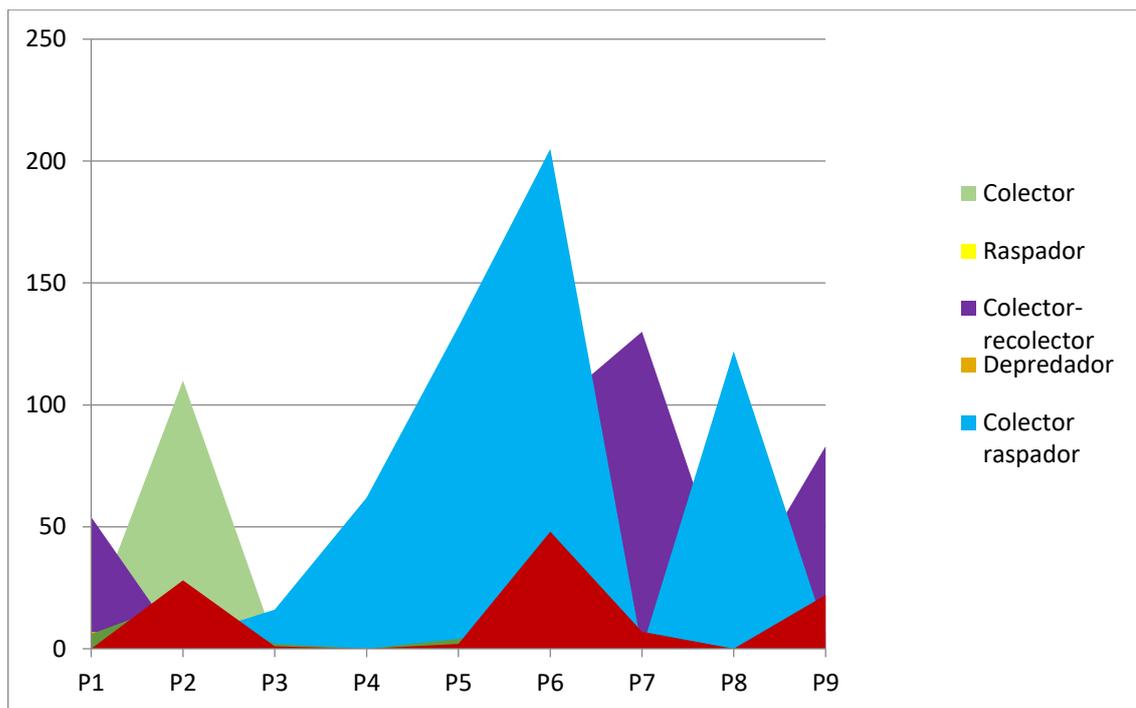
4.2.2 Relación de los grupos tróficos de macroinvertebrados presentes en los 9 puntos de la cuenca del río Chambo

En la tabla (18-3) se muestran los grupos tróficos de los macroinvertebrados encontrados en la cuenca del río Chambo, como se detalla a continuación:

Tabla 23-4: Grupos tróficos de macroinvertebrados en la cuenca del río Chambo.

GRUPOS TROFICOS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Total
Colector	11	110	3	0	35	0	0	36	0	195
Raspador	15	0	0	0	0	0	0	0	1	16
Colector- recolector	54	0	1	3	43	98	130	19	83	405
Depredador	7	4	0	1	3	1	4	1	0	31
Colector raspador	1	4	16	62	132	205	0	122	7	559
Detritívoro	6	20	2	0	4	5	0	0	0	55
Colector filtrador	0	28	1	0	2	48	7	0	22	105

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019



Gráfica 3-4: Grupo tróficos en la Cuenca del Río Chimbo

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

El análisis de la estructura trófica denota algunos síntomas de anormalidad, en particular el brusco aumento de los colectores-raspadores aguas abajo específicamente en los puntos, 5,6 y 8 que parece estar claramente relacionado con el incremento de la materia orgánica en suspensión y presencia abundante de perifiton registrado en este sector del río.

El fuerte incremento de los colectores recolectores que se observa en el punto 7 y 9, evidencia el aumento de detritos y materia orgánica en descomposición, como consecuencia de los remanentes vegetales, los restos de animales y las excreciones de éstos principalmente.

De acuerdo con los resultados el grupo trófico de los colectores-raspadores dominó con el (41%), seguido por los colectores recolectores con el (30%), colectores con el (14%), colectores filtradores con el (8%), detritívoros con el (4%), depredadores con (2%) y finalmente raspadores con (1%). De tal modo podemos expresar que el grupo trófico de los colectores raspadores tiene mayor porcentaje de riqueza.

4.3 Análisis cenóticos de los macroinvertebrados de la cuenca del río Chambo

4.3.1 Análisis de similitud de Bray-Curtis

En el dendrograma de similitud faunística semicuantitativa, que agrupa las estaciones de muestreo en función de la abundancia de individuos (figura 6-3), muestra mayor similitud respecto a la abundancia en los puntos 7 y 9 (72%), los puntos 5 y 8 (70%). Los puntos 3 y 4 reflejan ser los

más disímiles con el resto de puntos de muestreo con una similitud de apenas (18%), lo cual sugiere que en estos puntos existe mayor presión antrópica sobre el recurso natural.

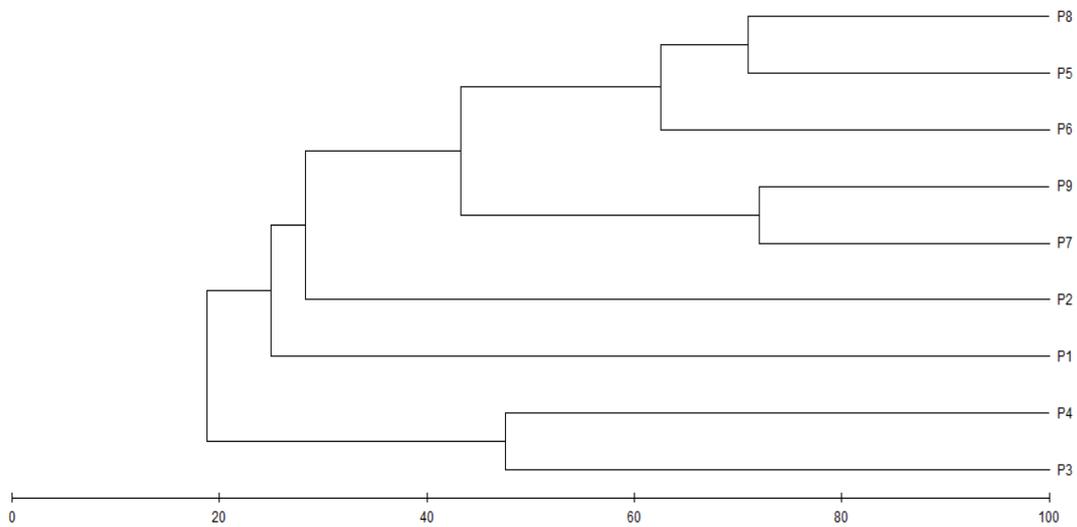


Figura 1-4: Dendrograma de similitud faunística semicuantitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chambo.

Fuente: Primer

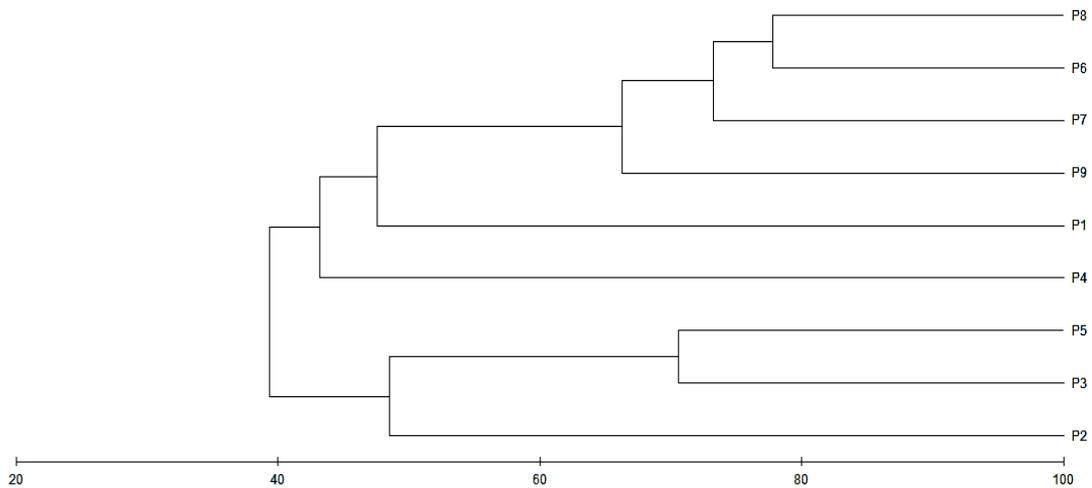


Figura 2-4: Dendrograma de similitud cualitativa entre los puntos de muestreo de la cuenca del río Chambo.

Fuente: Primer

En el dendrograma de similitud cualitativa, que agrupa las estaciones de muestreo en función de la presencia y ausencia de individuos (figura 7-3), el valor del índice de Bray-Curtis es siempre superior al 40 %.

En el primer grupo se observa a los puntos (6 y 8) similares en más de un 70%, esto debido a presentar los valores más altos en este parámetro, en el segundo grupo encontramos a los puntos (5 y 3) con más del 60% de similitud presentándose conjuntamente con valores medianamente

altos. Observamos también que el punto 4 no posee mayor similitud con el resto de puntos esto debido a su bajo valor.

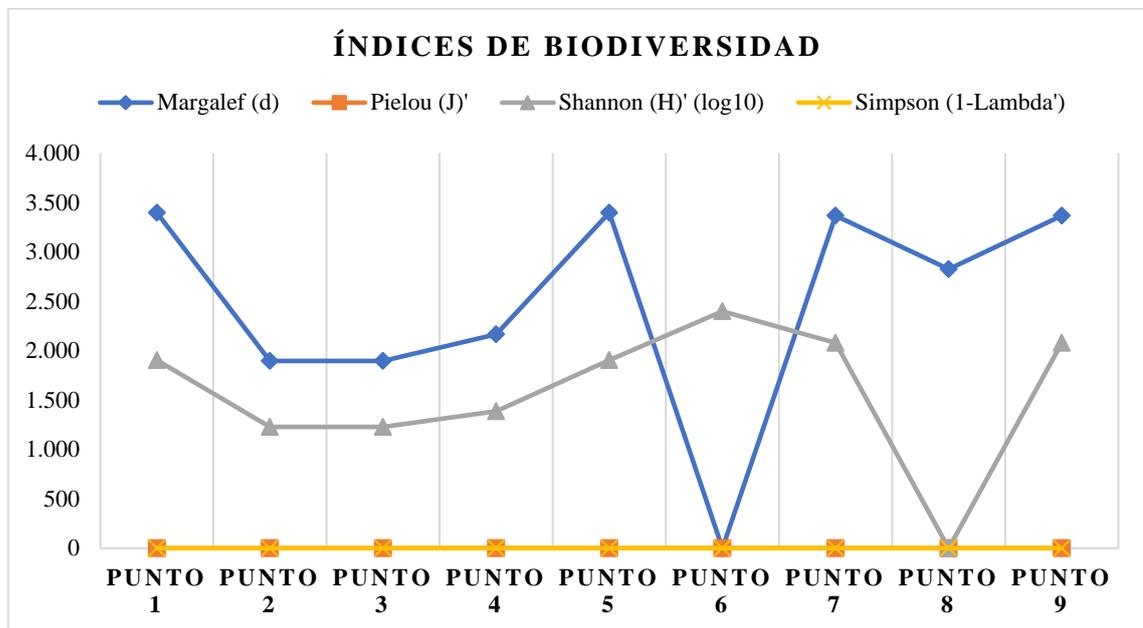
4.3.2 Índices de diversidad

En la tabla (19-3) se muestran los valores obtenidos de los índices de diversidad en cada lugar de muestreo, como se describe a continuación:

Tabla 24-4: Índices de biodiversidad de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chambo

Lugar de muestreo	(S)	(N)	Margalef (d)	Pielou (J')	Shannon (H)' (log10)	Simpson (1-Lambda')
Punto 1	11	19	3.396	0.7939	1.904	0.7895
Punto 2	8	14	1.895	0.6846	1.227	0.6044
Punto 3	6	14	1.895	0.6846	1.227	0.6044
Punto 4	4	4	2.164	1	1.386	1
Punto 5	11	19	3.396	0.7939	1.904	0.7895
Punto 6	11	11	4.17	1	2.398	1
Punto 7	8	8	3.366	1	2.079	1
Punto 8	9	17	2.824	0.76	1.67	0.7353
Punto 9	8	8	3.366	1	2.079	1

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019



Gráfica 4-1: Composición trófica de los macroinvertebrados en los 9 puntos de monitoreo de la cuenca de Río Chambo

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

El índice de diversidad aplicado en 9 puntos de la cuenca del río Chambo, muestra que en el índice de Margalef los puntos de muestreo 2 y 3, tienen una diversidad baja al presentar valores inferiores a dos. Los valores del índice de Pielou, indica que en los puntos (4,6, 7 y 9) corresponden a situaciones donde las especies son igualmente abundantes, mientras que en los puntos (1, 2, 3, 5 y 8) la abundancia de las familias en la zona de muestreo es inequitativa, por lo tanto, existe una distribución desigual de todas las familias en el número de sus individuos. El índice de Shannon muestran valores inferiores a 3 en todos los puntos esto quiere decir que existe una alta probabilidad de encontrar un representante de la misma familia, si tomamos dos individuos al azar de un ecosistema, lo que expresa una baja diversidad, mientras que el índice de dominancia de Simpson presenta valores cercanos a 1 en todos los puntos a excepción del punto 2 y 3, lo que significa que en todos los puntos a excepción de los puntos (2 y 3) hay una probabilidad medianamente alta y alta de que si tomamos dos individuos al azar en el sitio de muestreo estos no sean de la misma familia, lo que se interpreta como una alta diversidad.

4.3.3 Índices bióticos

Tabla 25-4: Valores obtenidos de los índices bióticos en cada punto de muestreo

SITIO	BMWP/COL		ABI/ECU		ABI/PE		ADAPTADO	
	PUNTO 1	64	ACEPTABLE	57	Moderado	57	Bueno	52
PUNTO 2	23	CRITICA	22	Malo	22	Malo	24	Malo
PUNTO 3	36	DUDOSA	28	Malo	28	Moderado	26	Malo
PUNTO 4	23	CRITICA	12	Pésimo	12	Malo	16	Malo
PUNTO 5	55	DUDOSA	39	Moderado	39	Moderado	48	Moderado
PUNTO 6	42	DUDOSA	33	Malo	33	Moderado	43	Moderado
PUNTO 7	35	CRITICA	24	Malo	24	Malo	26	Malo
PUNTO 8	43	DUDOSA	38	Moderado	38	Moderado	35	Moderado
PUNTO 9	40	DUDOSA	35	Moderado	35	Moderado	31	Malo
TOTAL	40	DUDOSA	32	Moderado	32	Malo	33	Malo

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

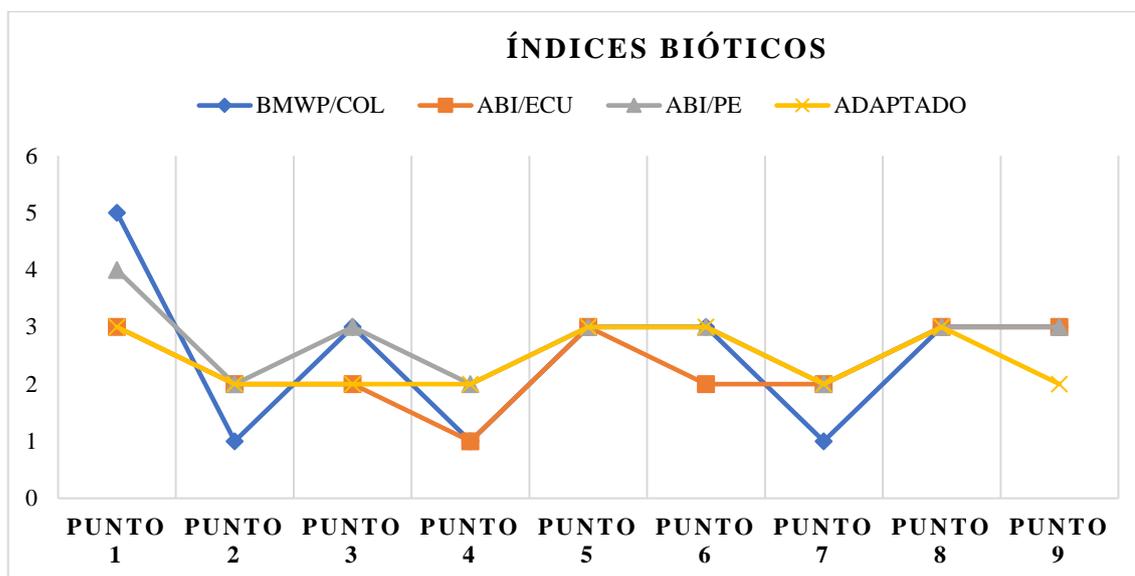
Tabla 26-4: Tabla codificada de los valores de los Índices bióticos.

SITIO	BMWP/COL		ABI/ECU		ABI/PE		ADAPTADO	
	PUNTO 1	5	Aceptable	3	Moderado	4	Bueno	3
PUNTO 2	1	Crítica	2	Malo	2	Malo	2	Malo
PUNTO 3	3	Dudosa	2	Malo	3	Moderado	2	Malo
PUNTO 4	1	Crítica	1	Pésimo	2	Malo	2	Malo
PUNTO 5	3	Dudosa	3	Moderado	3	Moderado	3	Moderado
PUNTO 6	3	Dudosa	2	Malo	3	Moderado	3	Moderado
PUNTO 7	1	Crítica	2	Malo	2	Malo	2	Malo
PUNTO 8	3	Dudosa	3	Moderado	3	Moderado	3	Moderado
PUNTO 9	3	Dudosa	3	Moderado	3	Moderado	2	Malo

TOTAL	3	Dudosa	2	Malo	3	Moderado	2	Malo
-------	---	--------	---	------	---	----------	---	------

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

4.3.4 Análisis índices bióticos



Gráfica 5-4: Índices bióticos

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

En el gráfico se muestran los valores obtenidos de los índices bióticos en cada punto de muestreo donde se denotan variaciones mínimas en los valores por cada índice pero notorias por cada lugar muestreado, es así que el punto 1 presenta los valores más altos (3,4,5) en todos los índices aplicados que van desde calidad Moderada (3) a Excelente (5), por lo que se interpreta que en este punto la intervención antrópica es reservada ya que es el inicio de la cuenca; en contraste a esto el punto 2 (junto a la Empresa Cemento Chimborazo), 4 (al final de la ciudad de Riobamba) y 7 (al final del cantón Penipe) lucen los valores más bajos (1,2) en todos los índices aplicados, teniendo así una agua de calidad mala y muy mala o crítica o muy crítica, esto puede deberse a que estos puntos se encuentran muy cercanos a grandes poblaciones donde se observó desecho de basura y aguas residuales e industriales no tratadas, lo que ha reflejado en el presente estudio una baja biodiversidad de fauna acuática.

En un análisis general la cuenca del río Chambo presenta una moderada calidad biológica del agua en base a los índices IBMWP/Col y ABI/PE mientras que el índice ABI/ECU y el Índice Adaptado presentan una mala calidad biológica del agua del río Chambo.

4.3.5 Análisis fisicoquímicos

En la tabla 22-3 se muestran los resultados fisicoquímicos analizados en el Laboratorio (LASA-QUITO) comparados con los límites permisibles para consumo de agua y preservación de vida silvestre según el TULSMA, emitido por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2015). En

relación a los límites permisibles para consumo humano todos los parámetros están dentro de este rango a excepción del DBO5 en el punto uno denominado casa cóndor y DQO en los tres puntos muestreados denominados (Casa Cóndor, puente de Penipe y puente de Baños) que sobrepasan claramente los límites. En cuanto a los límites permisibles para la preservación de vida silvestre se muestran que todos los parámetros están dentro de los rangos establecidos por el TULSMA.

Tabla 27-4: Resultados de los parámetros fisicoquímicos de la cuenca del río Chambo.

PARÁMETROS	Unidades	Casa cóndor	Puente de Penipe	Puente de Baños	Límites permisibles para	
					Consumo humano	Vida acuática
PH		7	7	7	6 - 9	6.5-9
Temperatura	° C	8	13	15	-	-
Amonio	mg/l	0.04	0.32	0.31	-	-
Calcio	mg/l	20.19	24.00	21.33	-	-
Conductividad	uS/cm	191.18	304.00	256.00	-	-
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	<u>2.20</u>	1.25	1.74	<2	20
D.Q.O. Demanda Química de Oxígeno	mg/l	<u>20.77</u>	<u>6.92</u>	<u>6.92</u>	<4	40
Turbidez	UTN	5	8	9	100	-
Dureza total	mg CaCO ₃ /l	87.45	121.66	106.46		-
Fósforo total	mg/l	0.185	0.14	0.08	-	-
Magnesio	mg/l	9.01	15.02	12.94	-	-
N-Nitratos	mg/l	0.80	0.20	0.10	50,00	13
N-Nitritos	mg/l	0.009	0.015	0.016	0,2	0,2
Coliformes	<i>NMP/100ml</i>	5	20	30	1000	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	7.31	6.41	6.66	-	> 6mg/l
Oxígeno Disuelto	%	111.60	101.10	105.40	-	> 80%
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	6.00	36.00	45.00	-	1000
Sulfatos	mg/l	8.1	31.60	31.20	500,00	-

Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

4.3.5.1 PH

El pH es neutro en los tres tramos muestreados al obtener un valor de 7, lo que indica que no hay mayores afectaciones en la alcalinidad y acidez del agua. Mediante esto, y de acuerdo a lo que estipula la ley ecuatoriana en el Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio, Ambiente (TULSMA), se determinó que los valores de pH en el agua están dentro de los parámetros admisibles para consumo humano y uso doméstico; y conservación de la vida silvestre.

4.3.5.2 Temperatura

El resultado de la temperatura del agua es diverso en todos los tramos debido a que las condiciones climáticas fueron totalmente diferentes al momento de la toma de este parámetro, además cada tramo se encuentra en un rango altitudinal distinto, es así que se obtuvo el valor más bajo de temperatura en el tramo Casa Cóndor que está en la zona del páramo con 8 °C y el valor más alto en Puente de Baños con 15 °C, por lo que se determinó según el TULSMA, que el agua bajo este parámetro es apta para consumo humano, uso doméstico y preservación de la vida silvestre

4.3.5.3 Amonio

El resultado del Amonio se muestra con un valor bajo en comparación con lo permisible (0.04), solo en el tramo Casa Cóndor, en los tramos Puente Penipe y Puente de Baños los resultados del Amonio sobrepasan el valor del límite máximo permisible para consumo humano y uso doméstico según el Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA) que es 0,05 mg/l; estos resultados pueden deberse a que en estos tramos se evidenció una fuerte intervención antrópica con desechos de aguas residuales y actividades agropecuarias, lo expresado se corrobora también en el análisis de los grupos tróficos de estos puntos los cuales muestran una gran presencia de macroinvertebrados del grupo de los colectores y raspadores los cuales se alimentan de materia orgánica.

4.3.5.4 Calcio

El resultado del Calcio está asociado al nivel de mineralización, por lo cual varía en todos los tramos, siendo su valor más alto (24 mg/l) en el tramo Puente de Penipe y el más bajo (20 mg/l) en Casa Cóndor, por lo que se determinó que bajo este parámetro el agua está dentro de lo admisible para consumo humano, uso doméstico y conservación de vida silvestre.

4.3.5.5 Conductividad

Los resultados de la Conductividad se encuentran expresados en micro Siemens por centímetro, y varía en todos los tramos, mostrando claramente el valor más alto en el tramo Puente de Penipe lo que refleja una alta concentración de iones que provienen de sales disueltas y materia inorgánica, según el TULSMA estos valores están dentro de los criterios permisibles.

4.3.5.6 D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno

El resultado de Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 en el agua, se muestra con un valor que sobrepasa lo permisible según lo que indica el TULSMA para consumo humano solo en el tramo Casa Cóndor, lo que sorprende ya que este tramo es el mejor valorado en los índices de biodiversidad, biológicos y dentro del análisis de los grupos funcionales.

4.3.5.7 D.Q.O. Demanda Química de Oxígeno

El resultado de Demanda Química de Oxígeno, muestra a todos los tramos con valores altos de oxígeno que permiten oxidar la materia orgánica que hay en el agua, los cuales sobrepasan los límites permisibles para consumo humano, pero están dentro de lo permisible para preservación de vida silvestre según la tabla de valores que da el TULSMA.

4.3.5.8 Turbidez

El resultado de la Turbidez, se muestra con valores mínimos en todos los tramos lo que indica la baja presencia de partículas en suspensión en el agua, por consiguiente estos valores están dentro de los parámetros permisibles que establece el TULSMA por lo cual se determinó, que el agua es apta para el consumo humano y uso doméstico.

4.3.5.9 Dureza total

El resultado de Dureza Total, muestra valores variados y dentro de lo permisible en los tres tramos, debido a que no presentan una cantidad alta de sales de magnesio y calcio por lo que se determinó según el TULSMA que el agua bajo este parámetro es admisible para el consumo humano y uso doméstico.

4.3.5.10 Fósforo total

El resultado de Fósforo Total, tiene su punto más alto en el tramo de Casa Cóndor con un valor de 0,185 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se presenta en el tramo Puente de Baños con 0,08 mg/l. Los valores de fosfatos totales en todos los tramos no sobrepasan de 0,18 mg/l, por lo que se determinó, que el agua bajo este parámetro es apta para el consumo humano y uso doméstico.

4.3.5.11 Magnesio

El resultado de Magnesio en el agua varía en todos los tramos, y muestra notoriamente el valor más alto en Puente de Penipe con 15,02 mg/l, por otro lado, el valor más bajo se observa en Casa Cóndor, lo que indica que el agua es muy blanda, debido a que no presenta una cantidad alta de sales de magnesio, por consiguiente se determina que el agua en todos los tramos esta apta para consumo humano y preservación de la vida silvestre según lo que establece el TULSMA.

4.3.5.12 N-Nitratos

Los resultados de Nitratos, muestra a Casa Cóndor con un valor de 0,80 mg/l que es el más alto, por otro lado, el valor más bajo se presenta en Puente de Baños con 0,10 mg/l. Los valores de Nitratos no superan 0,80 mg/l, y se encuentran dentro del límite máximo permisible para consumo humano uso doméstico y conservación de vida silvestre, de acuerdo a lo que establece el TULSMA.

4.3.5.13 N-Nitritos

El resultado de Nitritos presenta valores altos en los tramos finales (Puente de Penipe, Puente de Baños) sin embargo al no sobrepasar el valor de 1,0 mg/l, se determinó que el agua se encuentra según el TULSMA dentro de los valores permisibles para el consumo humano, uso doméstico y conservación de vida silvestre.

4.3.5.14 Coliformes fecales

El resultado de Coliformes Fecales presenta valores elevados en los tramos finales (Puente de Penipe, Puente de Baños) , esto debido a que existe una fuerte intervención antrópica, como la agricultura la ganadería y principalmente por los desechos de aguas residuales y basura en el cauce que podría ser la causa del incremento microbiano, por otro lado se observa un baja presencia de coliformes fecales en Casa Cóndor reflejando así la poca intervención humana, lo que se demuestra también en los análisis de índices biológicos al presentar una calidad de agua Buena. De los resultados presentados, ninguno es mayor a 1000 UFC/100ml, por lo tanto, de acuerdo con lo que establece el TULSMA se determinó que el agua está dentro de los parámetros permisibles para consumo humano, uso doméstico y conservación de vida silvestre.

4.3.5.15 Oxígeno disuelto

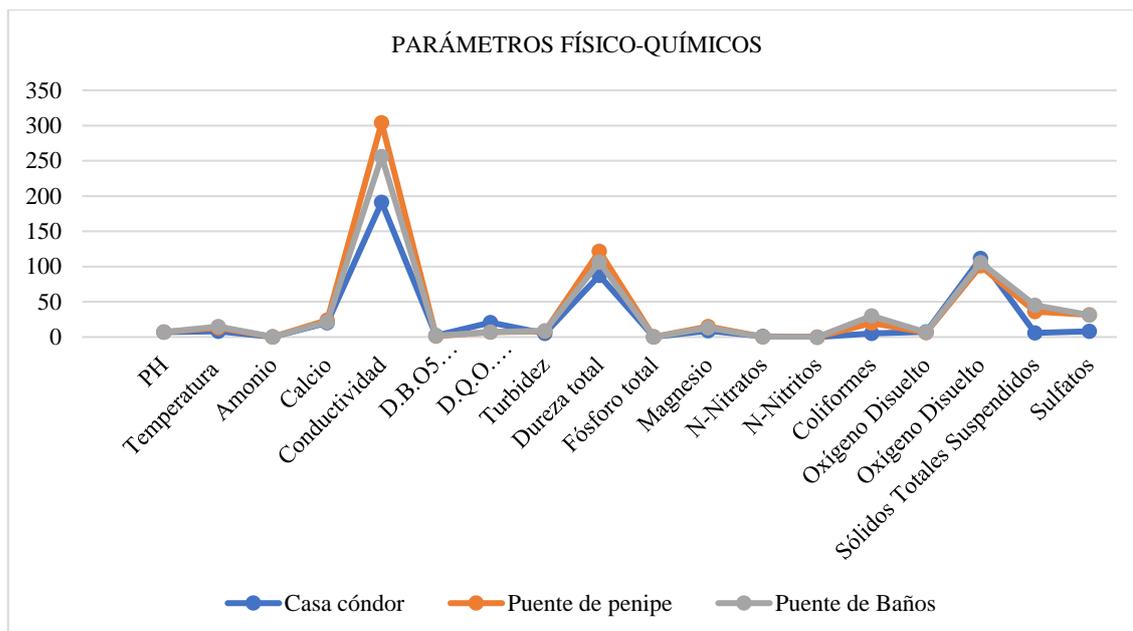
El resultado de Oxígeno Disuelto presenta valores mínimamente diferenciados en los tres tramos, donde se muestra un óptimo nivel de oxígeno disuelto en el agua, y sus valores no sobrepasan los límites permisibles de acuerdo al TULSMA, por lo que se determinó que el agua es apta para consumo humano y uso doméstico y conservación de vida silvestre.

4.3.5.16 Sulfatos

El resultado de Sulfatos muestra que el valor del tramo Casa Cóndor difiere notoriamente de los otros 2 tramos sin embargo estos valores no denotan mayor preocupación para su uso, por lo que se determinó que bajo este parámetro el agua de estos tramos es apto para consumo humano y uso doméstico, y riego agrícola según el límite máximo permisibles que establece el TULSMA.

4.3.5.17 Sólidos totales suspendidos

El resultado de Sólidos Totales Suspendidos, varía drásticamente del tramo Casa Cóndor a los 2 tramos siguientes, esto puede deberse a la presencia de materia orgánica que se evidenció al obtener un mayor número de macroinvertebrados de los grupos tróficos colectores y raspadores en estas zonas. Sin embargo, estos valores de los Sólidos Totales Suspendidos alcanzan su punto máximo en 45,00 mg/l, lo que significa que el agua está dentro de los parámetros permisibles para conservación de vida silvestre de acuerdo al TULSMA.



Gráfica 6-4: Parámetros físico-químicos

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

En un análisis general de todos los tramos y parámetros analizados podemos decir que el pH en todos los puntos es neutro, la temperatura varía de forma parecida tanto en el ambiente como en el agua en cada punto, sin embargo, por los rangos altitudinales y debido a las condiciones climáticas que se presentaron al momento de obtener los datos en cada punto, se observa un leve aumento de temperatura en los sitios muestrales (Puente de Penipe y Puente de Baños), lo que resulta similar con los valores del Oxígeno Disuelto. El Amonio presenta valores elevados en la mayoría de puntos, ocasionados posiblemente por la actividad ganadera cerca de la cuenca, el Calcio al igual que el Magnesio (los cuales conforman la Dureza Total), son notablemente diversos en todos los puntos teniendo su valor más alto en el tramo Puente de Penipe y el más bajo en el tramo Casa Cóndor, semejante a esto se encuentran los valores de la Conductividad lo que indica una baja concentración de iones que provienen de las sales disueltas y materia inorgánica. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) muestra a los tramos Casa Cóndor y Puente de Baños con valores fuera de los límites establecidos, esto se muestra similar al análisis de Coliformes Fecales que además muestra su valor más alto en Puente de Baños este puede deberse a la presencia de aguas servidas arrojadas al río sin un previo tratamiento. La Demanda Química de Oxígeno se muestra con valores bajos en los tramos: Puente de Penipe y Puente de Baños, reflejando así su baja intervención antrópica en esta zona. Fósforo Total, Turbidez, N-Nitratos, Nitritos, Sólidos Totales Suspendedos y Sulfatos muestran variaciones en todos los puntos, con valores bajos en relación a su límite máximo permisible, sin embargo, estos valores por mínimos que sean avizoran la presencia de materia orgánica en el río por las innumerables actividades agropecuarias que se realizan a lo largo de la cuenca del río Chambo.

De este modo se concluye que la mayoría de parámetros físicos y químicos analizados en los tres tramos de la cuenca del río Chambo obtuvieron valores que están dentro de los criterios permisibles para consumo humano y uso doméstico; y conservación de vida silvestre, según el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

4.3.6 Índice de calidad del agua

La tabla 23-3 presenta los valores del ICA-NSF (1970), en la que se muestra que la calidad del agua es BUENA en los 3 puntos de muestreo presentando valores superiores a 70. En promedio general, la cuenca del río Chambo tiene una calidad **BUENA**, presentando un valor de 86/100.

Tabla 28-4: Índice de Calidad del Agua

Parámetros	Unidades	Muestra Casa Córdor	Ica	Peso	Valor total	Muestra Puente de Penipe	Ica	Peso	Valor total	Muestra Puente Baños	Ica	Peso	Valor total
pH		7	88	0.11	10	7	88	0.11	9.68	7	88	0.11	9.68
Temperatura	° C	2	85	0.1	9	3	81	0.1	8.1	5	73	0.1	7.3
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Mg/l	2.20	76.00	0.11	8	1.25	93	0.11	10.23	1.74	85	0.11	9.35
Turbidez	Utn	5	86	0.08	7	8	80	0.08	6.4	9	78	0.08	6.24
Fósforo total	Mg/l	0.185	93	0.1	9	0.14	94	0.1	9.4	0.08	97.00	0.1	9.7
N-nitratos	Mg/l	0.80	96.00	0.10	10	0.20	97.00	0.10	9.7	0.10	97.00	0.10	9.7
Coliformes	Ufc/100ml	5	80	0.16	13	20	63	0.16	10.08	30	58	0.16	9.28
Oxígeno disuelto	%	111.60	95.00	0.17	16	101.10	99.00	0.17	16.83	105.40	98.00	0.17	16.66
Sólidos totales suspendidos	Mg/l	6.00	81.00	0.07	6	36.00	85.00	0.07	5.95	45.00	86.00	0.07	6.02
Ica total					88				86				84
Calidad					BUENA				BUENA				BUENA

Realizado por: Quiguiri Jazmín, 2019

4.4 Propuesta de conservación para la biodiversidad de la cuenca del río Chambo

Tabla 29-4: Índices bióticos por tramos.

Tramos	Sitio	BMWP/Col		ABI/Ecu		ABI/Pe		Adaptado	
Casa Cóndor	Punto 1	5	Aceptable	3	Moderado	4	Bueno	3	Moderado
Puente Penipe	Punto 2	2	Mala	2	Mala	3	Moderado	2	Mala
	Punto 3								
	Punto 4								
	Punto 5								
	Punto 6								
Puente de Baños	Punto 7	2	Mala	3	Moderado	2	Mala	2	Mala
	Punto 8								
	Punto 9								
	Total	3	Moderado	3	Moderado	3	Moderado	2	Mala

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

4.4.1 Diagnóstico

A partir de los resultados obtenidos a través de los diferentes análisis bióticos y abióticos realizados previamente se procede a hacer un diagnóstico del estado del agua y los macroinvertebrados presentes en la cuenca del río Chambo mediante la elaboración de una tabla con los resultados codificados, para que no difiera en los resultados ya que en cada índice encontramos diferentes puntuaciones.

Tabla 30-4: Índices físico-químicos y biológicos.

Tramos	BMWP/COL	ABI/ECU	ABI/PE	IA	ICA					
Casa Cóndor	Muy Buena	5	Media	3	Buena	4	Media	3	Buena	4
Puente Penipe	Mala	2	Mala	2	Media	3	Mala	2	Buena	4
Puente Baños	Mala	2	Media	3	Mala	2	Mala	2	Buena	4

Realizado por: Quiquiri Jazmín, 2019

4.4.2 Análisis de los resultados

Como muestra la tabla (25-3), el tramo Casa Cóndor según, BMWP/COL, ABI/PE e ICA tiene una calidad de agua Buena y Muy Buena mientras que según ABI/ECU e IA presenta una calidad de agua media. En cuanto a los 2 tramos restantes se refiere, la situación es muy distinta debido a que solo bajo el índice ICA muestra una calidad buena, teniendo en los demás índices una calidad Mala y Media, por lo tanto, concluimos que el plan de manejo ambiental se realizara en base al tramo Puente Penipe y Puente Baños ya que presentan alteraciones.

4.4.3 Plan de manejo ambiental del río Chambo

El plan de manejo de la microcuenca del río Chambo consta de 4 programas orientados a disminuir y eliminar los focos de contaminación, concientizando a los habitantes que se encuentran viviendo aledañas al río, de la importancia de tener un recurso hídrico de calidad, implementando buenas prácticas agrícolas, ganaderas y de manejo de residuos, esto se verá complementado con un manejo in-situ de la cuenca que impida que se pierda la poca superficie que queda entre el recurso hídrico y las actividades agrícolas, ganaderas y los asentamientos humanos, con la reforestación de esta superficie con especies nativas, en conjunto con una buena señalética.

Tabla 31-4: Plan de manejo ambiental del río Chambo

PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL RÍO CHAMBO			
PROGRAMAS	PROYECTOS	ACTIVIDADES	COSTO APROXIMADO
Programa de recuperación y conservación del recurso hídrico	<p>Concientización a los comuneros sobre la importancia y relevancia de cuidar el recurso hídrico.</p> <p>OBJETIVOS</p> <p>Generar conciencia sobre la importancia de cuidar el recurso hídrico y predispuesto a implementar cambios en su estilo de vida, en post de la conservación del recurso.</p>	<p>Socializar a los pobladores de las comunidades sobre la importancia de conservar y proteger el recurso hídrico y los beneficios que esto conlleva, incluyendo un breve repaso sobre las leyes del estado, de los deberes y derechos que tienen en torno al recurso hídrico.</p>	300\$
	<p>Capacitación a los comuneros con técnicas adecuadas para el manejo de residuos de los productos químicos.</p> <p>OBJETIVO</p> <p>Lograr un uso adecuado de productos químicos, evitando que los residuos sean drenados directamente al cuerpo de agua.</p>	<p>Charlas de capacitación a los pobladores sobre las afecciones a la salud por un uso inadecuado de los productos químicos y los efectos adversos que se ocasionan al medio ambiente.</p> <p>Talleres sobre el correcto uso de los productos químicos, y la gestión adecuada de los residuos.</p> <p>Gestionar con cada municipio la creación de una ordenanza para impedir el uso de productos químicos cerca del río, generando un radio de 50 metros desde el cuerpo de agua.</p>	600\$
	<p>Mejorar la calidad del agua</p> <p>OBJETIVO</p>	<p>Gestionar al GAD cantonal la construcción de una planta de tratamiento para aguas negras y servidas en las comunidades aledañas al río Chambo.</p>	25.000\$

	<p>Realizar pequeñas construcciones que ayuden a mejorar la salud del río Chambo, con ayuda de los pobladores que se encuentran cerca del de la cuenca.</p>	<p>Construir pequeños reservorios de agua que se abastezcan del río Chambo a través de canales de captación y que sirvan como bebedero para el ganado.</p> <p>Optimizar el uso del agua de regadío, para evitar el drenaje directo hacia el río Chambo.</p> <p>Incentivar la siembra de pastizales comunitarios, evitando el pastoreo en los alrededores del río</p>	
	<p>Elaborar cronogramas de monitoreo de la calidad del agua.</p> <p>OBJETIVO Mejorar la calidad del agua de la cuenca del río Chambo.</p>	<p>Realizar controles periódicos de la calidad del agua, un mes después de implementado el plan de manejo.</p>	150\$
<p>Programa de conservación y recuperación de la vegetación</p>	<p>Recuperación de las áreas aledañas a la cuenca del río Chambo.</p> <p>OBJETIVO Crear zonas de amortiguamiento donde no se realice actividades de agricultura y ganadería.</p>	<p>Dictar talleres sobre buenas prácticas agrícolas.</p> <p>Georreferenciar las áreas aledañas al río Chambo no ocupadas por los pobladores.</p> <p>Gestionar en conjunto con el Gad provincial la compra de especies nativas y las herramientas necesarias para el proceso de reforestación.</p> <p>Capacitar a los pobladores con las técnicas idóneas para la plantación de plántulas.</p>	3000\$

	<p>Gestionar la protección de áreas de paramo y vegetación nativa que aún no han sido intervenidas.</p> <p>OBJETIVO Crear áreas de paramo y vegetación nativa delimitadas dentro de la cuenca, destinadas para la conservación</p>	<p>Concientizar a los pobladores sobre la importancia de los páramos para el recurso hídrico.</p> <p>Recorrer toda la cuenca, georreferenciando áreas de páramo y vegetación que no hayan sido intervenidas.</p> <p>Gestionar con las autoridades de turno la realización de planes de conservación y usos sostenibles para la conservación de las áreas que de acuerdo a los criterios técnicos sean de mayor relevancia.</p>	700\$
Programa de manejo de residuos sólidos.	<p>Implementación de colectores de basura para los desechos sólidos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>OBJETIVO Lograr el Contorno del río Chambo libre de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.</p>	<p>Gestionar al Gad cantonal la donación de colectores de basura.</p> <p>Identificar las áreas de la cuenca río Chambo que se han transformado en botaderos de basura</p> <p>Organizar con los pobladores mingas de limpieza en los botaderos identificados.</p> <p>Capacitar a los pobladores en el manejo y almacenado de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.</p>	350\$
	<p>Realización de talleres de capacitación y participativos para el manejo y clasificación de los desechos orgánicos e inorgánicos.</p> <p>OBJETIVO</p>	<p>Crear grupos de trabajo para la recolección y clasificación de los desechos sólidos.</p> <p>Determinar un calendario, con días específicos para la recolección de los desechos sólidos con potencial de ser reciclado</p>	7000\$

	Lograr residuos sólidos inorgánicos clasificados en papel, plástico y vidrio empaquetados y listos para ser reciclados.	Gestionar en poblados cercanos al río centros de acopio que permita almacenar los residuos clasificados	
	<p>Capacitar a los pobladores en la elaboración de abonos de origen orgánico.</p> <p>OBJETIVO Se pretende lograr residuos orgánicos transformados en abonos orgánicos.</p>	<p>Crear lugares de acopio para los residuos sólidos provenientes de los hogares y de los cultivos agrícolas.</p> <p>Desarrollar con los pobladores y agricultores talleres de capacitación en la elaboración de humus, bioles y compostajes.</p>	600\$
Programa de seguimiento y control	<p>Verificar la ejecución correcta de los proyectos planteados.</p> <p>OBJETIVO El objetivo de este proyecto es lograr el correcto cumplimiento del plan de manejo ambiental del río Chambo</p>	<p>Informes semanales del avance de cada uno de las actividades propuestas.</p> <p>Elaborar un cronograma de evaluación para los distintos programas, de acuerdo al orden en el que estos se implementan.</p> <p>Evaluar si las actividades propuestas en conjunto están resolviendo los problemas encontrados en la cuenca.</p> <p>De acuerdo a los informes ajustar los métodos utilizados en la implementación de cada una de las actividades que conforman cada proyecto, en post de mejorar la eficiencia de trabajo para cumplir con los tiempos establecidos.</p>	300\$

	<p>Monitoreos periódicos en las áreas asignadas para conservación.</p>	<p>Realizar recorridos periódicos por toda el área de estudio, verificando si las actividades establecidas están generando cambios en los recursos naturales establecidos</p> <p>Determinar el estado de las áreas asignadas para conservación de no existir cumplimiento con lo establecido, imponer las sanciones necesarias.</p>	<p>100\$</p>
--	--	---	--------------

Realizado por: Quigüiri Jazmín, 2019

CONCLUSIONES

La biodiversidad de macroinvertebrados recolectados a lo largo de la cuenca del río Chambo, se registra más alta en los Puntos 1 (Casa Cóndor), 5 (Quimiag) y 6 (Inicio de Penipe) lo cual refleja un leve grado de intervención antrópica debido a que estos puntos se encuentran antes de grandes poblados, por otro lado los Puntos 3 (Yaruquies) y 4 (Parque Ecológico) se muestran como los menos biodiversos al contemplar solo 6 y 4 familias de macroinvertebrados respectivamente, lo que evidencia el desecho de aguas servidas y basura al cauce, ya que estos puntos se encuentran inmersos en la ciudad de Riobamba y por consiguiente ha afectado directamente a la fauna acuática del río Chambo.

La estructura trófica de los nueve puntos a lo largo del río Chambo permitió la identificación de 7 grupos tróficos funcionales. De acuerdo con los resultados el grupo trófico de los colectores-raspadores dominó con el (41%), seguido por los colectores recolectores con el (30%), colectores con el (14%), colectores fijadores con el (8%), detritívoros con el (4%), depredadores con (2%) y finalmente raspadores con (1%). De tal modo podemos expresar que el grupo trófico de los colectores raspadores seguido del grupo trófico colectores recolectores predominan, los que de una u otra forma dependen principalmente de la materia orgánica para su subsistencia, lo que evidencia claramente la intervención antrópica por actividades agropecuarias y el problema del desecho de aguas servidas provenientes de zona urbana.

El agua de la cuenca del río Chambo según el índice ICA bajo los parámetros físico-químicos es de CALIDAD BUENA en los 3 puntos donde se tomó las muestras de agua; en cuanto a los índices biológicos, según el ABI/PE y el MBWP/Col la calidad es MODERADA y según el ABI/Ecu y el IA la calidad es MALA a lo largo de la cuenca del río Chambo, sin embargo según el TULSMA el agua de la cuenca del río Chambo es adecuada para su aprovechamiento en uso doméstico y consumo humano así como también en uso agrícola y ganadero.

Para la propuesta de conservación de la biodiversidad de la cuenca del río Chambo, se la realizó en base a los problemas diagnosticados en cada tramo determinado para relacionar los análisis químicos y biológicos, de los cuales los tramos de Puente Penipe y Puente Baños presentan valores bajos de calidad de agua, por lo tanto, concluimos que el plan de manejo ambiental se realizara en base a estos 2 tramos. Se generaron cuatro programas para el plan de manejo ambiental que son: Programa de recuperación y conservación del recurso hídrico, Programa de conservación y recuperación de la vegetación, Programa de manejo de residuos sólidos y Programa de seguimiento y control, orientados principalmente a cambiar el modo en el que ejecutan las distintas actividades los pobladores que viven aledaños al río Chambo.

Se determinó que los macroinvertebrados pueden ser empleados como herramienta para medir los impactos ambientales y poder optar por medidas de restauración adecuadas en la cuenca. Con todo ello se puede concluir que los ríos son mucho más que una simple corriente de agua, son ecosistemas muy diversos y complejos, con una gran cantidad de componentes físicos y químicos y una diversidad de organismos, los cuales son necesarios para su correcto funcionamiento, y cualquier impacto en el ecosistema fluvial altera la comunidad de macroinvertebrados y empobrece los ecosistemas.

RECOMENDACIONES

El gobierno nacional y, en especial con el Ministerio del Ambiente, deben implementar normas que promuevan la utilización de los macroinvertebrados como bioindicadores en programas de evaluación ambiental de cuerpos de agua.

Dar instrucción a los adultos que viven en las partes aledañas al río Chambo, para que preparen a los niños desde pequeños, de la misma manera recomendar a los maestros de las escuelas sobre la concientización y las actividades de preservación de sus recursos naturales e hídricos.

Dar cumplimiento al plan de manejo ambiental propuesto, con las normativas correspondientes.

Generar un proyecto de mayor envergadura que abarque toda la cuenca, ya que esta contiene una gran cantidad de afluentes hídricos, su conservación es de vital importancia para todas las poblaciones que se abastecen de este recurso.

Gestionar con el Ministerio del Ambiente eventos de concientización sobre el cuidado de los recursos naturales, que abarque a los pobladores que se benefician de la cuenca del río Chambo.

Es necesario el desarrollo de un índice de calidad biológica para el Ecuador, donde se cubra todo el rango altitudinal y ecosistémico del país, así como las familias de macroinvertebrados comunes en los cuerpos de agua.

GLOSARIO

Coliformes: La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua y los alimentos. (CASTRO MUÑOZ, y otros, 2007-2009)

Corrosión: consiste en el proceso de deterioro de materiales metálicos mediante reacciones químicas y electroquímicas, debido a que estos materiales buscan alcanzar un estado de menor potencial energético. La corrosión tiene muchas repercusiones a nivel económico, de seguridad y de conservación de materiales, por lo que su estudio y mitigación es de suma importancia. (Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales., 2015)

Macroinvertebrados: El término macroinvertebrados se utiliza comúnmente para referirse a animales invertebrados tales como insectos, crustáceos, moluscos y anélidos entre otros, los cuales habitan principalmente sistemas de agua dulce. (University of New Hampshire, 2013).

Conductividad: La conductividad evalúa la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica, es una medida indirecta la cantidad de iones en solución (fundamentalmente cloruro, nitrato, sulfato, fosfato, sodio, magnesio y calcio). (Goyenola, 2007).

Estructura trófica:La estructura trófica se refiere a la forma en la que se organizan las especies al interior de las comunidades con base al alimento que consumen, entre los parámetros más usados para describir la estructura trófica de una comunidad, se encuentran los niveles tróficos, la cadena trófica, la longitud de la cadena trófica y la red trófica (Becerril, 2010).

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, Ricardo; et al. “Caracterización preliminar de calidad de aguas en subcuenca media del río Puyo”. *Ingeniería Hidráulica; & Ambiental*, vol.38, n° 2, (2017), (Cuba) pp. 59-72.

ACOSTA, Raul; et al. Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Riosandes*. [Blog] 2009. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: [http://www.ub.edu/riosandes/docs/Limnetica%2028\(1\)%2004%20Acosta.pdf](http://www.ub.edu/riosandes/docs/Limnetica%2028(1)%2004%20Acosta.pdf).

AGENCIA NACIONAL DE AGUAS DE BRASIL. Planeamiento y gestión de aguas. *Governo Federal Brasil*. [Blog] 2013. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/83/2/Unidade_1.pdf.

AGUDELO, Ruth. “El agua, recurso estratégico del siglo XXI”. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol.23, n°1, (2005), (Colombia) pp. 91-102.

AGUIRRE, Ermel. *Hidrografía Ecuatoriana*. *Edupedia*. [Blog] 2016. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.edupedia.ec/index.php/temas/geografia/del-ecuador/hidrografia-ecuatoriana>.

AGUIRRE, Zhofre. *Guía de métodos para medir la biodiversidad*. [Blog] 2013. [Consulta: 27 Septiembre 2018] Disponible en: <https://zhofreaguirre.files.wordpress.com/2012/03/guia-para-medir-3b3n-de-la-biodiversidad-octubre-7-2011.pdf>.

ALBA, Javier; et al. *Los macroinvertebrados acuáticos*. [Blog] s.f. [Consulta: 27 Septiembre 2018] Disponible en: <http://medpacs.ugr.es/index.php?q=es/evaluacion/macroinvertebrados>.

ALOMÍA, José; et al. “Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río Huallaca, Perú”. *The Biologist*, vol.15, n° 1, (2017), (Perú) pp. 65-84.

ALONSO, A; & CAMARGO. Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, vol.14, n°3, (2005), (España), pp. 87-99.

ÁLVAREZ, Emilio. Comparación metodológica de sistemas de evaluación de la calidad biológica del agua. (Trabajo de Titulación) (Maestría). Universidad Santiago de Compostela-Facultad de Biología, Santiago de Compostela - España. 2007. Pp 65-70.

ÁLVAREZ, Jesús; et al. “Calidad Integral del Agua Superficial en la Cuenca Hidrológica del Río Amajac”. La Serena 6.: s.n., 2008, Información Tecnológica, vol.19, pp. 21-32.

ÁLVAREZ, Kevin; et al. “Morfología de las piezas bucales, hábitos alimenticios de *Leptonema* y *Smicridea* (Trichoptera: Hydropsychidae) del río Gaira, Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.” 4, Santa Martha : *Revista de Biología Tropical*, vol.65, (2011), (Colombia) pp. 1231-1244.

ALVAREZ, Maria. *Variación temporal de los grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados acuáticos en la cuenca del río Boldo, región de la araucanía, Chile*. *cybertesis*. [Blog]. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/fcl799v/doc/fcl799v.pdf>.

AMADO, Jesús; et al. “Análisis de la calidad del agua en las lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (Chihuahua, México)”. *Papeles de Geografía*, vol.1, n° 64 (2016), (España) pp. 107-118.

APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Vigésima primera. Washington, DC : Water Environment Federation, 2005. pp. 5-72.

AQUAE FUNDACIÓN. *Estadísticas sobre el agua a nivel mundial 2017*. [Blog]. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <https://www.fundacionaquae.org/wiki-aquae/datos-del-agua/estadisticas-agua-nivel-mundial-2017/>.

ARMENDÁRIZ, José. *Procesos de cocina*. [Blog]. [Consulta: 20 Febrero 2019] Disponible en: <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788497322010/procesos-de-cocina>.

ARREDONDO, J; et al. “Agua: la importancia de una ingesta adecuada en pediatría”. *Acta Pediátrica de México*, vol.38, n° 2, (2017), (México)pp. 116-124.

ASAMBLEA CONSTITUYENTE. *Constitución del Ecuador*. [Blog] 2008. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716>.

AUSTRALIAN BIOLOGICAL RESOURCE STUDY. *The Key to Australian Freshwater and Terrestrial Invertebrates*. [Blog] s.f. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: <https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/TFI/content/Author%20information.html>.

AVILÉS, Efen. *Río Chambo*. [Blog] 2015. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/rio-chambo/>.

LARREA, Adina; et al. “Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas: revision de la literatura”. *Revista Ciencias Biológicas*. vol.44, n°3, (2013), (Cuba) pp. 24-34.

BAQUE, Renato; et al. “Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador”. *Revista Ciencia UNEMI*, vol.9, n° 20, (2016), (Ecuador) pp. 109-117.

BARANGUE, Manuel; & PERRY, Ian *Repercusiones físicas y ecológicas del cambio climático en la pesca de captura marina y continental en la acuicultura..* 530, K. Cochrane : s.n., 2009, FAO Documento, pp. 7-118.

BARLOW, Maude. *La protección del agua: diez principios*. [Blog] 2006. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <https://journals.openedition.org/polis/5072>.

BARRERA, Victor, ALWANG, Jeffrey; & CRUZ, Elena. Experiencias en el manejo integrado de recursos naturales en la subcuenca del río Chimbo, Ecuador. [Blog] 2010. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56531.pdf>.

BAUTISTA, Verónica. Estudio de la calidad del agua de la cuenca del río chambo en época de estiaje. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería). ESPOCH-Facultad de Zootecnia, Riobamba-Ecuador. 2012. Pp. 56-59. [Consulta: 20 Junio 2019] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3221>.

BECERRIL, Santana. *Researchgate*. [Blog] 2010. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285678553_Estructura_trofica_de_la_comunidad_de_artropodos_asociados_a_Muhlenbergia_robusta_Poaceae_en_dos_temporadas_contrastantes.

BEHAR, Roberto, ZUÑIGA, María; & ROJAS, Olga. *Análisis y Valoración del Índice de Calidad de Agua (ICA) de la NSF: Caso Río Cáli y Meléndez*. [Blog] 1997. [Consulta: 15 Junio 2019] Disponible en: file:///C:/Users/HP/Downloads/inymce_v1_n1_a2.pdf.

- BEJAR, Jaime; & MENDOZA, Benito.** “Evaluación de la contaminación orgánica de un tramo del río Chambo usando el índice ICOMO”. *Perfiles Revista Científica*, vol.20, n°2, (2018),(Ecuador) pp. 40-46.
- BELLO, Carlos; & CABRERA, María.** “Alimentación ninfal de Leptophlebiidae (Insecta: Ephemeroptera)”. *Revista de Biología Tropical*, vol.49, n°3, (2001),(Panamá) pp. 56-71.
- BEMBOW, Me.** *Annelida, Oligochaeta y Polychaeta*. [Blog] 2009. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tubificidae>.
- BIBBY, Colin; & ALDER, Claire.** *Manual de Proyectos de Conservación. Programa de Liderazgo de la Conservación*. [Blog] 2003. [Consulta: 14 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.conservationleadershipprogramme.org/media/2014/09/SpanishProjectManual.pdf>.
- BIDAULT, Océane.** *¿Qué factores determinan la calidad del agua?* [Blog] 28 Junio 2016. [Consulta: 27 de Septiembre de 2018] Disponible en: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>.
- BOGORJE, Miriam; & CANTORAL, Enrique.** “La importancia ecológica de las algas en los ríos.” *Hidrobiológica*, vol.26, n°1, (2016), (México) pp. 1-8.
- BOUCHARD, R.** *Ephemeroptera*. [Blog] 2004. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://dep.wv.gov/WWE/getinvolved/sos/Documents/Benthic/UMW/Ephemeroptera.pdf>.
- BROOKS, Scott.** *Characteristics and Natural History of Dolichopodidae s.str.* [Blog] 15 de Noviembre de 2005. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://www.nadsdiptera.org/Doid/Dolichar/Dolichar.htm>.
- BROWN, Kenneth; & LYDEARD, Charles.** *Mollusca.* [Blog] 2010. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lymnaeidae>.
- BROWN, W.** *Introducción a la familia de las caddisfly Hydropsychidae*. [Blog] 2017. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: http://www.gunnisoninsects.org/trichoptera/hydropsychidae_intro.html.
- BULLÓN, Víctor.** *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, Chanchamayo*. [Blog] 2016. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/Bull%C3%B3n%20Alcala.pdf?sequence=1>.
- BUSTAMANTE, Ángel; et al.** “Percepción de la contaminación del Río Tlapaneco por la población ribereña”. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, vol.13, n°1, (2016), (México) pp. 47-62.
- BUSTAMANTE, Diana.** “Escenario de cambio climático a nivel de subcuencas hidrográficas para el año 2050 de la provincia de Chimborazo- Ecuador”. *Revista de Ciencias de la Vida*, vol.26, n°2, (2017),(Ecuador) pp. 15-27.
- CABRERA, Jacqueline.** Determinación de la calidad del agua en los sitios de recreación turística: diques de mera, shell y pambay de la provincia de Pastaza (trabajo de Titulación) (Ingeniería en Ecoturismo). ESPOCH-FRN, Riobamba- Ecuador. 2019 pp. 56-67.
- CARAMELLO, Nubia; & SAURÍ, David.** “El río: un protagonista oculto en el diálogo de las aguas.” *Mercator (Fortaleza)* [en línea] 2016, (España), 15(3), pp. 107-126. [Consulta: 10

Febrero 2020] ISSN 1984-2201, Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1984-22012016000300107.

CARRERA, C.; & FIERRO, K. *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como.* [Blog] 2001. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>.

CARRERA, Carlos; & FIERRO, Karol. *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.* [Blog] 2001. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374>.

CASTILLO, David. Determinación de la calidad de agua mediante indicadores físicos, químicos y biológicos en los bofedales de la reserva de producción de fauna chimborazo. [Blog] octubre de 2019. (Trabajo de Titulación) (Ingeniería en Ecoturismo). ESPOCH-FRN, Riobamba- Ecuador. 2019 pp. 60-61. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13170>.

CASTRO, Mario; et al. “Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global.” *Ingeniería Ambiental*, vol.10, n°17, (2014), (Colombia) pp. 111-124.

CASTRO MUÑOZ, Celia María; CHANG GÓMEZ, José Vicente. Proyecto investigación 2007-coliformes totales. 2009.

CEPAL. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. [Blog] 2002. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/6411-la-contaminacion-rios-sus-efectos-areas-costeras-mar>.

CEPAL. La región amazónica. [Blog] 2012. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/folleto_amazonia_posible_y_sostenible.pdf.

CHARÁ, Ana; et al. “Clasificación trófica de insectos acuáticos en ocho quebradas protegidas de la ecorregión cafetera colombiana”. *Universitas Scientiarum*, vol.15, n°1, (2010), (Colombia) pp. 27-36.

CHIBINDA, Cecilia; et al. “Caracterización por métodos físico-químicos y evaluación del impacto cuantitativo de las aguas del Pozo la Calera”. *Revista Cubana de Química*, vol.29, n°2, (2017),(Cuba) pp. 303-321.

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO. Guía de campo. *Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro.* Zaragoza, Zaragoza, España : Cemeyká, Enero de 2009. pág. 26.

CONSEJO DE SUBCUENCAS. *Ubicación Subcuenca Chambo.* [Blog] 2012. [Consulta: 6 de Febrero de 2020] Disponible en: <https://subcuencachambo.wordpress.com/about/>.

CONSEJO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. División hidrografica del Ecuador. <http://intranet.comunidadandina.org>. [Blog] 2002. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: http://intranet.comunidadandina.org/Documentos/Reuniones/DTrabajo/SG_REG_EMAB_IX_dt%203_Ax2.pdf.

CONTRERAS, Atilano; & ROSAS, María. “Biodiversidad de Megaloptera y Raphidioptera en México”. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol.85, n°1, (2014), (México) pp. 257-263.

COOTAD. *Código organico de organizacion territorial.* [Blog] 2018. [Consulta: 31 Enero 2019] Disponible en: <http://servicios.agricultura.gob.ec/transparencia/2018/Abril%202018/literal%20a2/COOTAD.pdf>.

CÓRDOBA, María; et al. “Agua y Salud humana”. *Química Viva*, vol.9, n°3, (2010), (Argentina) pp. 105-119.

CORTÉS, Jordi. *El Agua en el Mundo: Cooperación; & Conflicto*. [Blog] 2014. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.solidaritat.ub.edu/observatori/esp/itinerarios/agua/agua.htm>.

CORTOLIMA. *Apéndice 2.10. Fichas macroinvertebrados acuáticos*. [Blog] 2008. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf.

COSTA, Cleide; et al. *Megalóptera*. [Blog] 2007. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: <http://sea-entomologia.org/Publicaciones/M3M/InsectosInmaduros/InsectosInmaduros.htm>.

COTOLIMA. *Macroinvertebrados acuáticos 2*. [Blog]. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/estudios/a06.pdf.

COVER, Matthew; & BOGAN, Michael. *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*. [Blog] 2015. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123850263/thorp-and-covichs-freshwater-invertebrates#book-description>.

CUBILLOS, María; & ROZO, Diego. El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad. [Blog] 27 de Noviembre de 2012. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/ls/article/view/1260>.

CUMMINGS, Kevin; & GRAF, Daniel. *Sphaeriidae*. [Blog] 2015. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/sphaeriidae>.

CUMMINS, Kenneth; et al. “The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil”. *Estudies on Neotropical Fauna and Environment*, vol.40, n°1, (2005), (Estados Unidos) pp. 69-89.

CURVELO, Desiré. *Población, Parámetro, Muestra, Estadístico*. [Blog] 18 de Julio de 2010. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://desireestadisticasbasicas.blogspot.com/2010/07/poblacion-parametro-muestra-estadistico.html>.

DEL VALLE, Javier. “El agua, un recurso cada vez más estratégico”. *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, vol.1, n°186, (2017), (España) pp. 71-118.

DEPARTAMENTO DE SALUD DE DAKOTA DEL NORTE. *Orden Ephemeroptera - Las pequeñas moscas de los Minnow*. [Blog] s.f. [Consulta: de Julio 2019] Disponible en: <http://www.waterbugkey.vcsu.edu/php/familydetail.php?idnum=8&f=Baetidae&ls=larvae>.

DEWALT, Edward; & HILSENHOFF, William. *Diversidad y clasificación de insectos y collembola*. [Blog] 2010. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/corydalidae>.

DÍAZ, Carlos. *Agua potable para comunidades rurales, reuso; y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas.* [Blog] 2003. [Consulta: 13 Junio 2019] Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>.

DOMINGUEZ, Eduardo. *Dos especies nuevas del genero h4plohyphes allen.* [Blog] 1984. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://biotaxa.org/RSEA/article/download/36952/31687>.

ENCALDA, Andrea; et al. *Protocolo Simplificado y Guia de Evaluación de la calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S).* [Blog] 2012. [Consulta: 29 Julio 2019] Disponible en: <http://www.ub.edu/riosandes/index.php/protocolo-cera-s.html>.

ENDARA, Alexandra. “Identificación de macro invertebrados bentónicos en los ríos: Pindo Mirador, Alpayacu y Pindo Grande; determinación de su calidad de agua”. *Enfoque UTE*, vol.3, n°2, (2012), (Ecuador) pp. 33-41.

ERRAM, Dinesh. *Characterization of the larval habitat of culicoides sonorensis (diptera: ceratopogonidae) with emphasis on the significance of animal manure and the associated bacterial community.* [Blog] 2016. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/33382008.pdf>.

FACSA. La dureza del agua. *FACSA.* [Blog] Febrero de 2016. [Consulta: 6 de Junio de 2019] Disponible en: <https://www.facsa.com/municipios/wp-content/uploads/2016/02/Facsa-dureza-del-agua-Alcora.pdf>.

FAEDIS. *Conceptos básicos de los inventarios.* [Blog] 2014. [Consulta: 15 Septiembre 2019] Disponible en: http://virtual.umng.edu.co/distancia/ecosistema/ovas/administracion_empresas/contabilidad_general/unidad_4/DM.pdf.

FAO. *Introducción a la ecología y sus elementos.* [Blog] s.f. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.fao.org/3/ah648s/AH648S07.htm>.

FERNÁNDEZ, Alicia. “El agua: un recurso esencial”. *Química Viva* [en línea] 2020, (Argentina) 11 (3), pp. 147-170. [Consulta: 23 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>.

FERNÁNDEZ, Roser; & Jesús, FLÓREZ. *La atención: bases fundamentales.* [Blog] 2016. [Consulta: 18 Enero 2020] Disponible en: <https://www.downciclopedia.org/neurobiologia/la-atencion-bases-fundamentales.html>.

FERRÚ, Marcos; & FIERRO, Pablo. “Estructura de macroinvertebrados acuáticos y grupos funcionales tróficos en la cuenca del río Lluta, desierto de Atacama, Arica y Parinacota, Chile”. *IDESIA*, [en línea] 2015, (Chile), 33(4), pp. 47-54. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/283302445_Estructura_de_macroinvertebrados_acuaticos_y_grupos_funcionales_trofos_en_la_cuenca_del_rio_Lluta_desierto_de_Atacama_Arica_y_Parinacota.

FLOREIRO, Julian. *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del.* [Blog] Noviembre de 2017. [Consulta: 29 Julio 2019] Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/ForeroDuarteJulian2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

FLÓREZ, Alfredo; et al. *Amazonas.* [Blog] [Consulta: 29 Julio 2019] Disponible en: https://abr.h.s3.saeast1.amazonaws.com/Sumarios/110/1aa877a06691344d2d067ae9faef95a2_df4e19d32da337facc608a78bdf6f258.pdf.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Recursos hídricos superficiales y subterráneos.* [Blog] 2016. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/Profile_segments/ECU-WR_eng.stm.

FORRERO, Adriana; & REINOSO, Gladys. “Evaluación de la calidad del agua del río Opía (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros Físico-químicos”. *Caldasia*, vol.35, n°2, (2013), (Colombia) pp. 371-387.

FUERTE, Diana. “Sustentabilidad y la gestión del recurso agua en México: una revisión histórica”. *Economía y sociedad*, vol.23, n°40, (2019), (México) pp. 13-27.

GAD PROVINCIAL DE CHIMBORAZO. *Plan de desarrollo y de ordenamiento territorial de Chimborazo 2015.* [Blog] 2015. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660000280001_Diagn%C3%B3stico%20PD_OT_CHIMBORAZO_15-05-2015_17-25-58.pdf.

GARCÍA, Martha; et al. *El Agua.* [Blog] s.f. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>.

GAVIRIA, Elizabeth. *Claves para las especies colombianas de las familias naididae y tubificidae (ollgochaeta, annelida).* [Blog] 1993. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/20956/1/17210-54475-1-PB.pdf>.

GEOECUADOR. *Estado del agua.* [Blog] 2008. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador%20pdf/05.%20Capitulo%203.%20Estado%20del%20agua-1.pdf>.

GERRERO, María; & HERRERA, Melissa. “Evaluación del estado actual de la calidad hídrica y la percepción de la comunidad en el área de influencia de dos quebradas que nacen en el Páramo Rabanal, en los Municipios de Villapinzón (Cundinamarca) y Ventaquemada (Boyacá)”. *Revista de Tecnología*, vol.14, n°2, (2015), (Colombia) pp. 77-86.

GOBIERNO DE CHAMBO. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Chambo.* [Blog] 2014. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: https://www.gobiernodechambo.gob.ec/chambo/images/PDyOT_-_Partev.pdf.

GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. El Ecuador ratifica el derecho al agua. [Blog] 2017. [Consulta: 7 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.cancilleria.gob.ec/el-ecuador-ratifica-el-derecho-al-agua/>.

GONZÁLES, Carmen. *El pH.* [Blog] Octubre de 2011. [Consulta: 14 Junio 2019] Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>.

GONZALEZ, Carmen. *La turbidez.* [Blog] 2011. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>.

GONZÁLEZ, Gilberto. *Propuesta para la protección y conservación del humedal.* [Blog] 2014. [Consulta: 14 Mayo 2020] Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9993/Propuesta%20%20Para%20%20La%20Protecci%C3%B3n%20Y%20%20Conservaci%C3%B3n%20Del%20Humedal%20Tierra%20Blanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GONZÁLEZ, Marcela; et al. “Riqueza genérica; y distribución de Elmidae (Insecta: Coleoptera, Byrrhoidea) en el departamento del Valle del Cauca, Colombia”. *Biota Colombiana*, vol.16, n°2, (2015), (Colombia) pp. 51-74.

GOYENOLA, Guillermo. *Conductividad*. [Blog] Junio de 2007. [Consulta: 13 Junio 2019] Disponible en: http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Conductividad.pdf.

GUIMARAES, José; & DE SOUZA, Dalton. *Diptera*. [Blog] 2006. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: http://sea-entomologia.org/PDF/M3M5/135_148_II_Diptera.pdf.

GULLO, Bettina. “Una nueva especie de sanguijuela de Helobdella (Hirudinea, Glossiphoniidae) de San Carlos de Bariloche, Río Negro, Argentina”. *Revista mexicana de biodiversidad*, vol.80, n°1, (2009), (México) pp. 47-50.

GURESCHI, Simone. “Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos y sus hábitats en la península ibérica”. *Ecosistemas*, vol.24, n°1, (2015), (España) pp. 115-118.

GUTIERREZ, Pablo; et al. *Guía ilustrada para el estudio ecológico y taxonómico de los insectos acuáticos inmaduros del Orden Plecoptera en El Salvador*. [Blog] 2010. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/261948850_Guia_ilustrada_para_el_estudio_ecologico_y_taxonomico_de_los_insectos_acuaticos_inmaduros_del_Orden_Plecoptera_en_El_Salvador.

GUTIÉRREZ, Valeria; & MEDRANO, Ninoska. “Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija”. *Revista Ventana Científica*, vol.8, n°13, (2017), (Colombia) pp. 13-19.

HACH. *Parametros fisico-quimicos: alcalinidad*. [Blog] 2013. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://fleyccorp.com/wp-content/uploads/2017/12/Manual-t%C3%A9cnicas-anal%C3%ADticas-Hach-Lange.pdf>.

HAMMOND, George. *Psephenidae escarbajos de agua*. [Blog] 2014. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://animaldiversity.org/accounts/Psephenidae/>.

HAMMOND, George; & BURCH, John. *Physidae*. [Blog] 2014. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: <https://animaldiversity.org/accounts/Physidae/>.

HAMRSKY, Jan. *Flatworms*. [Blog] 2018. [Consulta: 9 Junio 2019] Disponible en: <https://lifeinfreshwater.net/contact/>.

HANSON, Paul; et al. “Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos”. *Revista de Biología Tropical*, vol.58, n°4, (2010), (Panamá) pp. 3-37.

HECKMAN, Charles. *Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Plecoptera*. Hamburgo : Kluwer Academic Publishers, 2003. pp. 25-28.

HERRERA, Marjorie; & SANCHEZ, Josefina. “El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río Pamplonita norte de Santander”. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol.3, N°2, (2005), (España) pp. 54-67.

HISPAGUA. *La contaminación del agua*. [Blog] 2006. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/suplementos/contaminacion/contaminacion.htm>.

HOLZENTHAL, Ralph; & RÍOS, Blanca. *Leptoceridae*. [Blog] 2015. [Consulta: 23 de Julio de 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/leptoceridae>.

HOLZENTHAL, Ralph; et al. *Limnephilidae*. [Blog] 2010. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://tolweb.org/Limnephilidae>.

IBAÑEZ, sergio, HERNANDEZ, Vicente; & Martin, Leticia. *Dolichopodidae (Diptera)*. [Blog] 2004. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Vicente_Hernandez-Ortiz/publication/270452846_Dolichopodidae_Diptera/links/54af16cd0cf2b48e8ed5548d/Dolichopodidae-Diptera.pdf.

IDEAM. Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría. [Blog] 2007. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Bioqu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>.

INEC. *Contador Poblacional*. [Blog] 2019. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>.

INEFAN. *Plan de manejo estratégico del parque nacional Sangay*. [Blog] Octubre de 1998. [Consulta: 25 Septiembre 2019] Disponible en: <https://maecanar.files.wordpress.com/2018/02/plan-de-manejo-estrategico-parque-nacional-sangay.pdf>.

INOSTROZA, Texia. *Caracterización palinológica de la alimentación de hembras adultas de *Scaptia lata* (Diptera: Tabanidae) en ambientes con una gran diversidad florística, en la comuna de Valdivia*. [Blog] 2013. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fai.58c/doc/fai.58c.pdf>.

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA. *¿Qué es una cuenca?* [Blog] 2019. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.gob.mx/imta/articulos/que-es-una-cuenca-211369>.

INSTT. *Definición de Indicador*. [Blog] s.f. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://www.oect.es/portal/site/Observatorio/menuitem.1a9b11e0bf717527e0f945100bd061ca/%3Fvgnnextoid%3Db80b5052be683110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel%3De68f6a5f01d63110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>.

INZUNZA, Juan. *Temperatura*. [Blog] 2006. [Consulta: 24 Junio 2019] Disponible en: http://nimbus.com.uy/weather/Cursos/Curso_2006/Textos%20complementarios/Meteorologia%20descriptiva_Inzunza/cap4_Inzunza_Temperatura.pdf.

IOWA STATE UNIVERSITY. *Familia Hydropsychidae - Netspinning Caddisflies*. [Blog] 2014. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://bugguide.net/node/view/13136>.

JANSSEN, David. *Leptohlebiidae*. [Blog] 2019. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.mdfrc.org.au/bugguide/display.asp?type=5&class=17&subclass=&Order=6&family=45&couplet=0>.

JAQUE, Eddy; & POTOĆÍ, Carmen. *Evaluación del índice de calidad de agua (ICA) de la microcuenca del río chibunga, en variaciones estacionales, provincia de Chimborazo – Ecuador, durante el periodo 2014*. [Blog] 8 de Octubre de 2015. [Consulta: 2 Junio 2019] Disponible en: <http://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/4077>.

JUCAR, CH. *Invertebrados*. [Blog] [Consulta: 9 Junio 2019] Disponible en: http://eportal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5861.

KAWAKATSU, Masaharu; & MITCHELL, Robert. *Platyhelminthes Dugesiidae*. [Blog] Noviembre de 2012. [Consulta: 9 Junio 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/233727090_6_Platyhelminthes_Dugesiidae.

LA TROBE UNIVERSITY. *Insectos*. [Blog] s.f. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.mdrc.org.au/bugguide/display.asp?type=5&class=17&subclass=&Order=1&family=233&couplet=0>.

LADRERA, Rubén; et al. *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica*. [Blog] 16 de Octubre de 2016. [Consulta: 27 Septiembre 2018] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/265965601_Macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_biologicos_unaherramienta_didactica.

LEMA, María. *Modelación hidrológica de la cuenca (alta y media) del río pastaza aplicando el modelo de simulación*. [Blog] 2009. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1780/1/CD-2366.pdf>.

LENNTECH. *PH y alcalinidad*. [Blog] s.f. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.lennotech.es/ph-y-alcalinidad.htm>.

LIÑERO, Ildelfonso; et al. “Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados”. *Cuadernos de Investigación UNED*, vol.8, n°1, (2016), (Ecuador) pp. 69-75.

LOZANO, Patricio; et al. “Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador”. *Enfoque UTE*, vol.7, n°4, (2016), (Ecuador) pp. 55 - 70.

LUCAS, Bernardo. *Chimborazo informacion*. [Blog] 2012. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://chimborazoudlatininformacion.blogspot.com/2012/05/ubicacion-geografica-la-provincia-de.html>.

LUCAS, David. *Estudio de la calidad de agua de la represa San Vicente – Colonche, mediante el uso de índices de calidad de agua (ICA) y macroinvertebrados acuáticos indicadores (MAIA) de enero a septiembre de 2013*. [Blog] 2014. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1485/1/DAVID%20ANTONIO%20LUCAS%20CHABLA.pdf>.

MACDONALD, Kenneth; et al. *Molecular and morphological evolution of the amphipod radiation of Lake Baikal*. [Blog] 2005. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/7932508_Molecular_and_morphological_evolution_of_the_amphipod_radiation_of_Lake_Baikal.

MACHADO, Verónica; et al. “Análisis de macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinias, Chocó Andino Ecuatoriano”. *Enfoque UTE*, vol.9, n°4, (2018), (Ecuador) pp. 154-167.

MANZO, Veronica. “Los élmidos de la región Neotropical (Coleoptera: Byrrhoidea: Elmidae): diversidad y distribución”. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, vol.72, n°3, (2013), (Argentina) pp. 199-203.

MARCÓ, Leandro; et al. *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas potabilizadas a partir de fuentes superficiales. Propuestas a propósito del estudio del sistema de potabilización y distribución en la ciudad de Concepción del Uruguay (Entre Ríos, Argentina)*. [Blog] 2004. [Consulta: 23 Mayo 2019] Disponible en: <http://www.salud->

publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.7282(2004).pdf.

MARLY. *Definiciones de Viabilidad.* [Blog] 2013. [Consulta: 15 Septiembre 2019] Disponible en:

<http://sd1abd48862f1f1fb.jimcontent.com/download/version/1423103755/module/9208405871/name/Definici%C3%B3n%20de%20Viabilidad.pdf>.

MARTINEZ, Mónica; & MARÍ, Manuel. *Parámetros Estadísticos de Posición, Dispersión y Forma.* [Blog] s.f. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10785/Par%C3%A1metros%20posici%C3%B3n%20y%20dispersi%C3%B3n_revisado.doc.

MAZARI, Marisa. *El agua como recurso.* [Blog] s.f. [Consulta: 15 Septiembre 2019] Disponible en: <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/54/elaguacomorecurso#:~:text=El%20agua%20cubre%20aproximadamente%20el,y%20desarrollo%20de%20la%20vida.&text=El%20volumen%20total%20de%20agua,1%20390%20millones%20de%20km3>.

MCCAFFERTY, W; & WANG, T. *A new genus and species of Tricorythidae (Ephemeroptera : Pannota) from Madagascar.* [Blog] 1995. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.limnology-journal.org/articles/limn/pdf/1995/03/limno19953p179.pdf>.

MENESES; & JARAMILLO. “Comparación de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL. y ABI”. *Acta biológica Colombiana*, vol.24, n°2, (2019), (Colombia) pp. 299-310.

MERINO, Juan. *Construyendo propuestas para conservación del Páramo.* [Blog] 2011. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://mountain.pe/wp-content/uploads/2012/12/memorias-5to-conversatorio-ecosistema-paramo.pdf>.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN; & MEDIO AMBIENTE-ESPAÑA. *Id-Tax. Catálogo; & claves de identificación de organismos invertebrados utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico.* [Blog] 2012. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Romina_Alvarez_Troncoso/publication/257622948_Id-Tax_Catalogo_y_claves_de_identificacion_de_organismos_invertebrados_utilizados_como_elementos_de_calidad_en_las_redes_de_control_del_estado_ecologico/links/582c3c3608aef.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE; & AGUA DE BOLIVIA. *Guía para la Evaluación de la Calidad Acuática Mediante el Índice BMWP/Bol.* [Blog] 2012. [Consulta: 11 Mayo 2020] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/326349023/BMWP-Bolivia>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. *Libro vi del texto unificado de legislación secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.* [Blog] 2015. [Consulta: 9 Agosto 2019] Disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. *Para el convenio sobre la diversidad biológica.* [Blog] 2010. [Consulta: 15 Septiembre 2019] Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/world/ec/ec-nr-04-es.pdf>.

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. *Texto unificado de legislación secundaria del Medio Ambiente.* [Blog] 2003. [Consulta: 14 Junio 2019] Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>.

MIRAVET, Bárbara; et al. “Calidad de las aguas del río Ariguanabo según índices físico-químicos; & bioindicadores”. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol.37, n°2, (2016), (Cuba) pp. 89-98.

MNCN. *Determinación de la Demanda química de oxígeno a través del método de dicromato.* [Blog] 2010. [Consulta: 15 Febrero 2020] Disponible en: http://www.mncn.csic.es/docs/repositorio/es_ES/investigacion/cromatografia/dqo.pdf.

MNINISTERIO DEL AMBIENTE. *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* [Blog] 2012. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.

MONDRAGÓN, Angélica. *¿Qué son los indicadores?* [Blog] 2002. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: http://www.orion2020.org/archivo/sistema_mec/10_indicadores2.pdf.

MORELLI, Enrique; & VERDI, Ana. “Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay”. *Revista mexicana de biodiversidad*, vol.85, n° 4, (2014), (México) pp. 1160-1170.

MORRONE, Juan. *Los patrones de la biodiversidad en tiempo-espacio.* [Blog] 2000. [Consulta: 11 de Febrero de 2020] Disponible en: <http://www.libros.unam.mx/digital/V9/35.pdf>.

MOTTA, Ángela; et al. “Grupos funcionales alimenticios de macroinvertebrados acuáticos en un arroyo tropical (Colombia)”. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, vol.19, n°2, (2016), (Colombia) pp. 425-429.

MUÑOS, Paulina; et al. “Simuliidae (insecta: diptera) de colombia. iv-clave grafica para la identificacion de los simulidos de la region de la calera, Cundinamarca”. *Biomedica*, vol.4, n°1, (1984), (Colombia) pp. 14-15.

MUÑOZ, Eduardo; & TORRES, Gustavo. “Potencial turístico de la microcuenca del rio chimborazo, cantón riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador”. *European Scientific Journal*, vol.11, n°23, (2015), (Ecuador) pp. 325-342.

OCHOA, Pablo. *Manejo y conservación del suelo; & agua en los Andes del Sur de Ecuador.* [Blog] 2015. [Consulta: 8 Agosto 2019] Disponible en: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/11961>.

ODE, Peter. *Tolerance Values & Functional Feeding Groups.* [Blog] 2003. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: http://www.safit.org/Docs/Tolerance_Values_and_Functional_Feeding_Groups.xls.

OMS. *Agua, saneamiento e higiene.* [Blog] 2018. [Consulta: 2 Febrero 2020] Disponible en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/es/.

ONU. *Decenio internacional para la acción "Agua fuente de vida" 2005-2015.* [Blog] 22 de Octubre de 2014. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>.

ORAM, Brian. *Monitoring the Quality of Surface Waters (WQI Calculator).* [Blog] 2015. [Consulta: 29 Julio 2019] Disponible en: <https://water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>.

PACHECO, Juan. *Los Ríos del Ecuador (más importantes) - Mapa, nombres características.* [Blog] 2019. [Consulta: 6 Febrero 2020] Disponible en:

<http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/178231-los-r%C3%ADos-del-ecuador-m%C3%A1s-importantes-mapa-nombres-y-caracter%C3%ADsticas>.

PAEZ, Veloza. *Inventarios Conceptos*. [Blog] 2016. [Consulta: 15 Septiembre 2019] Disponible en: https://www.academia.edu/13965537/INVENTARIOS_Concepto.

PANACHLOR. *Sólidos Disueltos Totales (TDS) y Electroconductividad (EC)*. [Blog] 10 de 2015. [Consulta: 23 Junio 2019] Disponible en: [http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-\(TDS\)-Electroconductividad-\(EC\).pdf](http://panachlor.com/wp-content/uploads/pdf/Solidos-Disueltos-Totales-(TDS)-Electroconductividad-(EC).pdf).

PAREDES, Juana. *Importancia del Agua*. [Blog] 2013. [Consulta: 6 Mayo 2020] Disponible en: <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>.

PAYERAS, Antoni. *Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego*. [Blog] 2018. [Consulta: 27 Septiembre 2018] Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/informacion/contactar/>.

PDOT Chimborazo. *Plan de ordenamiento territorial de chimborazo*. [Blog] 2015-2019. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: http://www.chimborazo.gob.ec/chimborazo/?page_id=158.

PÉREZ, Jhonny; et al. “Análisis Comparativo de Índices de Calidad del Agua Aplicados al Río Ranchería, La Guajira-Colombia”. *Información Tecnológica*, vol.29, n° 3, (2018), (Colombia) pp. 47-58.

PÉREZ, Nuria; & CIVERA, Juan. *Gestión y control en el aprovisionamiento de materias primas*. [Blog] 2014. [Consulta: 20 Febrero 2019] Disponible en: <https://www.sintesis.com/data/indices/9788490770276.pdf>.

PORTO, Julián Pérez; & GARDEY, Ana. *Definición*. [Blog] 2017. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://definicion.de/cauce/>.

QUIROZ, Luis; et al. *Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo*. [Blog] 2017. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>.

QUIROZ, Luis; et al. “Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador”. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, vol.38, n°3, (2017), (Ecuador), pp. 41-51.

RAMÍREZ, Alonso. “Métodos de Recolección”. *Revista de Biología Tropical*, vol.58, n° 4, (2010), (Panamá) pp. 41-50.

RAMOS, Lina; et al. “Análisis de la contaminación microbiana (coliformes totales y fecales) en la bahía de Santa Marta, caribe colombiano”. *Acta Biológica Colombiana*, vol.13, n°3, (2008), (Colombia) pp. 87-98.

RAMOS, Paulina. *Efecto de efluentes de pisciculturas sobre la estructura de la comunidad bentónica en ríos de la novena región de la araucanía*. [Blog] 2008. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2008/fcr175e/doc/fcr175e.pdf>.

RAMSAR. *Servicio de información de sitios Ramsar*. [Blog] 2014. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: [https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f\[0\]=regionCountry_en_ss%3AEcuador](https://rsis.ramsar.org/ris-search/?f[0]=regionCountry_en_ss%3AEcuador).

REINOSO, Lesly. *Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Río Blanco de la Provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores*. [Blog] 2016. [Consulta: 3 Junio 2019] Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4948>.

REPÚBLICA DEL ECUADOR-ASAMBLEA NACIONAL. *Ley orgánica de recursos hídricos del Ecuador, uso; y aprovechamiento del agua.* [Blog] 2014. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.

REYES, Jhoe. *Microturbelarios del río chillón (Trapiche – Santa Rosa de Quíves, Canta - Lima.).* [Blog] 2016. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: http://planarias.each.usp.br/system/artigos/161/original/Tesis_Microturbelarios_del_Rio_Chillo_n_Jhoe_Reyes_Pajuelo..pdf.

RICARDO. *Orden trichoptera.* [Blog] 2006. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://www2.udec.cl/~rfiguero/PDF/ANEXOTRICO.pdf>.

RILEY, Nelson. *Nemouridae.* [Blog] 2004. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <http://tolweb.org/Nemouridae/13941>.

RINCÓN, José; et al. *Los macroinvertebrados acuáticos de los ríos del Parque Nacional Cajas*. Cuenca : Don Bosco, 2016.

RIVERA, N; et al. *La Calidad de las Aguas en los Ríos Cautín e Imperial, IX Región-Chile.* [Blog] 2004. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642004000500013#r2.

RIVERA, Usme; et al. Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia. [Blog] 2013. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3190/319028011005.pdf>.

ROBLEDOL, José; et al. “Calidad del agua del río Túnico como respuesta al uso del suelo”. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, vol.23, n°3, (2014), (Colombia) pp. 41-45.

RODRÍGUEZ, Javier; et al. “Grupos funcionales alimentarios de macroinvertebrados”. *Revista Biológica Tropical*, vol.59, n°4, (2011), (Colombia) pp. 1537-1552.

RODRÍGUEZ, Leo; et al. *Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana.* [Blog] 2016. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300497.

RODRÍGUEZ, Vidal. “Agua nuestra de cada día”. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, vol.32, n°1, (2012), (Venezuela) p. 3.

ROJAS, Pablo. *Diccionario de hidrología*. [Blog] 2017. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.ingeciv.com/cuales-son-los-tipos-de-cuencas-hidrograficas/>.

ROJAS, Sandy. *Identificación de un índice biótico de calidad biológica del agua (bmwp', bmwp-bol e ibf) adaptado a las condiciones locales de cuatro ríos de la serranía incahuasi (SANTA CRUZ y CHUQUISACA - BOLIVIA).* [Blog] 2015. [Consulta: 10 Mayo 2020] Disponible en: https://www.academia.edu/17318650/IDENTIFICACIÓN_DE_UN_ÍNDICE_BIÓTICO_DE_CALIDAD_BIOLÓGICA_DEL_AGUA_BMWP_BMWPBOL_E_IBF_ADAPTADO_A_LAS_CONDICIONES_LOCALES_DE_CUATRO_RÍOS_DE_LA_SERRANÍA_INCAHUASI_SANTA_CRUZ_Y_CHUQUISACA_-_BOLIVIA_.

ROLDÁN, Gabriel. “Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica”. *Revista de la Cadena Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, vol.40, n° 155, (2016), (Colombia) p. 2.

ROLDÁN, Gabriel. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica.* [Blog] 2016. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.335>.

ROLDÁN, Gabriel. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia; y Latinoamérica.* [Blog] 2016. [Consulta: 10 de Febrero de 2020] Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>.

ROSERO, Daniela; & FOSSATI, Odile. *Comparación entre dos índices bióticos para conocer la calidad del agua en ríos del páramo de Papallacta.* [Blog] 2009. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: <https://www.mpl.ird.fr/divha/aguandes/ecuador/papallacta/doc/D14-09%20Indices.pdf>.

RUEDA, Juan; & HERNÁNDEZ, Ramón. *Caracterización de la estructura trófica de los macroinvertebrados del río júcar y sus tributarios, en la provincia de albacete, mediante la aplicación del índice del modo de nutrición (IMN).* [Blog] 2018. [Consulta: 10 Febrero 2020] Disponible en: http://www.iealbacetenses.com/getfile.php?fr=documentos/editorial/03-SABUCO_6-Caract_est_trof.pdf.

SALAZAR-JIMÉNEZ, José Alberto. Introducción al fenómeno de corrosión: tipos, factores que influyen y control para la protección de materiales. *Revista Tecnología en Marcha*, 2015, vol. 28, no 3, p. 127-136.

SALOM; & VEGA. *Formas juveniles de los Tabanos de España (Tabanidae: Diptera).* [Blog] 1990. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/1731/1/AB16%20%281990%29%20p%2037-48.pdf>.

SAMBONI, Natalia; et al. “Revisión de parámetros fisicoquímicos como revisión indicadores de calidad y contaminación del agua”. *Ingeniería e Investigación*, vol.27, n°3, (2007), (Colombia) pp. 172-181.

SÁNCHEZ, Marjorie. “El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander”. *Revista de la Facultad de Ciencias Básicas*, vol.3, n°2, (2005), (España) pp. 54-67.

SEG. *Parámetros físicos, químicos y biológicos del agua.* [Blog] 2009. [Consulta: 27 Septiembre 2018] Disponible en: <http://ingenieriaambientalapuntes.blogspot.com/2009/03/parametros-fisicos-quimicos-y.html>.

SENAGUA. *Diagnóstico de las estadísticas del agua en ecuador informe final.* [Blog] 2012. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIc%202012-2.pdf>.

SERVICHE, Carlos; et al. *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas.* [Blog] 2013. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>.

SEVERICHE, Carlos; et al. *Calidad del agua para consumo.* [Blog] 2015. [Consulta: 25 Septiembre 2018] Disponible en: <http://www.eumed.net/libros-gratis/2015/1459/index.htm>.

SHEPARD, William. *Psphenidae.* [Blog] 2011. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <http://tolweb.org/Psphenidae/9122>.

SIERRA, Rodrigo. *Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental.* [Blog] 1999. [Consulta: 13 Mayo 2020] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/268390074_Propuesta_Preliminar_de_un_Sistema_de_Clasificacion_de_Vegetacion_para_el_Ecuador_Continental.

SOCIEDAD ESTATAL EXPOAGUA ZARAGOZA . *Online documento de programa o de reunión El Agua, una responsabilidad compartida: Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo.* [Blog] 2008. [Consulta: 3 Marzo 2020] Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000149519>.

SORIA, Ismael. *Evaluación de la calidad ecológica del río jatunhuayco en la zona asociada a la captación jatunhuayco (epmaps) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua.* [Blog] 2016. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <https://192.188.57.199/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>.

SUÁREZ, Jaime; & MENDOZA, Benito. “Contaminación orgánica del río Chambo en el área de descarga de agua residual de la ciudad de riobamba”. *Revista Científica*, vol.2, n°20, (2018), (Ecuador) pp. 40-46.

TACHET, Henry. *Invertebrés d'eau douce- Systématique, biologie, écologie.* Paris : CNRS ÉDITIONS, 2010. p. 305.

TAYLOR, Dwight W. *Introducción a Physidae (Gastropoda: Hygrophila); biogeografía, clasificación, morfología.* [Blog] 2016. [Consulta: 22 Julio 2019] Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/26340>.

THOMPSON, Ivan. *Definición de Promoción.* [Blog] 2012. [Consulta: 31 Enero 2019] Disponible en: <https://www.promonegocios.net/mercadotecnia/promocion-definicion-concepto.html>.

THORP, James; & ROGERS, Christopher. *Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - Volume II.* Cuarta. London : Elsevier, 2016. pág. 248. vol.2.

TOLWEB. *Scirtidae Marsh beetles.* [Blog] 2011. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: <http://tolweb.org/Scirtidae/9613>.

TORRES, Patricia; et al. “Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano, una revisión crítica”. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol.8, N°5, (2009), (Colombia) pp. 79-94.

UNIVERSIDAD DE VIGO. *Invertebrados.* [Blog] 2018. [Consulta: 10 Junio 2019] Disponible en: http://portal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5200.

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS. *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.* Lima : Zona Comunicaciones S.A.C. , 2014. pp. 37-39.

UNIVERSITY OF MINESOTA. *Familia: Leptoceridae.* [Blog] 2018. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <http://midge.cfans.umn.edu/vsmivp/trichoptera/leptoceridae>.

UNIVERSITY OF NEW HAMPSHIRE. *Elmidae.* [Blog] 2013. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: http://cfb.unh.edu/StreamKey/html/organisms/OColeoptera/FAco_adult/FAElmidae/Elmidae.html.

URIBE, Eduardo. *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina.* [Blog] 2015. [Consulta: 7 Mayo 2020] Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf;jsessionid=30E0A65465649A101F8B98FC568FF9DB?sequence=1.

VAREA, Anamarís. “Iniciativas para conservar la biodiversidad”. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, vol.1, n°4, (2004), (Ecuador) pp. 7-43.

VÁSQUEZ, Maritza; & MEDINA, Cesar. “Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014”. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas*, vol.35, n° 2, (2015), (Perú) pp. 75-89.

VICENS VIVES. *Ecología y conservación.* [Blog] 2015. [Consulta: 11 Febrero 2020] Disponible en: https://www.vicensvives.com/vvweb/view/webwidgets/ibextras/docs/14_IB_Bio_001-075.pdf?ext=.pdf.

VIITA, Nancy; & Pablo, MARIN. *Familia Simuliidae.* [Blog] 2014. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <https://www.simulidos.cl/jerjeles/caracteristicas/>.

VILLAFANÍA, Ricardo. *Calidad Total.* [Blog] s.f. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <http://inn-edu.com/Calidad/CalidadTotal.pdf>.

VILLANUEVA, María; & CHANAMÉ, Fernán. “Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú”. *Scientia Agropecuaria*, vol.7, n°1, (2016), (Perú) pp. 33-44.

VITERI, Miguel. “Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba”. *Dominio de las Ciencias*, vol.3, n°3, (2017), (Ecuador) pp. 628-646.

VITTA, Nancy. *Orden Diptera.* [Blog] 2015. [Consulta: 23 Julio 2019] Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR40629.pdf>.

WALTEROS, Jeymmy; et al. “Ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca DalíOtún, Departamento de Risaralda, Colombia”. *Hidrobiológica*, vol.26, n°3, (2016), (México) pp. 359-371.

YÁNEZ, Ángel; & VILLACÍS, Luis. “El agua en América Latina”. 2, 2016, *Journal of the Selva Andina Biosphere*, vol.4, n°2, (2016), (Ecuador) pp. 46-47.

YIRDA, Adrian. *Definición de Parámetro.* [Blog] 2018. [Consulta: 26 Septiembre 2018] Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/parametro/>.

YUMBO, Karina; et al. *Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador.* Guayaquil : 2018, Universidad Espíritu Santo, pp. 32-40.

ZALAZAR, Caros; et al. “Calidad física, química y biológica de las aguas residuales del jardín botánico”. *Revista Tumbaga*, vol.1, n°11, (2016), (Colombia) pp. 115-133.

ZURY, William. *Manual de planificación; y gestión participativa de cuencas y microcuencas.* Loja - Ecuador : FAO, 2008, p. 606.

ANEXOS

Anexo A. Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Casa Cóndor



LABORATORIO DE
ENSAYO AGREDITADO
POR EL SAE CON
ACREDITACIÓN
N° SAE LEN 06-002

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 12-06-19-02245
ORDEN DE TRABAJO No. 02467-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: CASA CÓNDOR
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: MI -	COORDENADAS: X:707851-Y:9756408
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 30/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 30/05-12/06/19	FECHA DE ENTREGA: 12/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8310-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,04	N.A.	APHA 4500 NH ₃ C *
2	CALCIO	mg/l	20,19	± 3,23	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	191,80	± 11,51	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	2,20	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	20,77	± 5,19	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	87,45	± 9,62	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,185	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	9,01	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,80	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,009	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO ₂ B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	7,31	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	111,60	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	6,00	N.A.	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D *
14	SULFATOS	mg/l	8,1	N.A.	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO ₄ E *

LOS ENSAYOS MARCADOS CON * ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE
N.A.: No Aplica


DR. MARCO GULARRO
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Anexo B. Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Puente de Penipe



LABORATORIO DE
ENSAYO AGREDITADO
POR EL SAE CON
ACREDITACIÓN
N° SAE LEN 06-002

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 12-06-19-02250
ORDEN DE TRABAJO No. 02467-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: PUENTE DE PENIPE
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: M6 -	COORDENADAS: X:740493-Y:9830577
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 30/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 30/05-12/06/19	FECHA DE ENTREGA: 12/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8315-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,32	N.A.	APHA 4500 NH ₃ C *
2	CALCIO	mg/l	24,00	± 3,84	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	304,00	± 9,12	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	1,25	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	6,92	N.A.	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C *
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	121,66	± 12,17	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,14	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	15,02	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,20	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,015	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO ₂ B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,41	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	101,10	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	36,00	± 10,08	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	31,60	± 2,84	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO ₄ E

LOS ENSAYOS MARCADOS CON * ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE
N.A.: No Aplica


DR. MARCO QUIJARRO
GERENTE DEL LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Anexo C. Análisis físico químico del agua recolectada en el río Chambo – Puente de Baños



LABORATORIO DE
ENSAYO ACREDITADO
POR EL SAE CON
ACREDITACIÓN
N° SAE LEN 06-002

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA 12-06-19-02246
ORDEN DE TRABAJO No. 02467-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: PUENTE DE BAÑOS
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: M2 -	COORDENADAS: X:781081-Y:9844550

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 30/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 30/05-12/06/19	FECHA DE ENTREGA: 12/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8311-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,31	N.A.	APHA 4500 NH ₃ C *
2	CALCIO	mg/l	21,33	± 3,41	PEE-LASA-FQ-01d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	256,00	± 7,68	PEE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O5 DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	1,74	N.A.	PEE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B *
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	6,92	N.A.	PEE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C *
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	106,46	± 10,65	PEE-LASA-FQ-01c APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,08	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	12,94	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,10	N.A.	PEE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	0,016	N.A.	PEE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO ₂ B *
11	OXÍGENO DISUELTO	mg/l	6,66	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTO	%	105,40	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	45,00	± 12,60	PEE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	31,20	± 2,81	PEE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO ₄ E

LOS ENSAYOS MARCADOS CON * ESTÁN FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE
N.A.: No Aplica


DR. MARCO GUIZARRO
GERENTE DEL LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan criterios de conformidad y aplique, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469- 814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OE5-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Anexo D. Tablas de valores de los índices bióticos

Turbellaria		5		Helicopsychidae	10
Hirudinea		3		Calamoceratidae	10
Oligochaeta		1		Odontoceridae	10
Gasteropoda	Ancylidae	6	Trichoptera	Leptoceridae	8
	Physidae	3		Polycentropodidae	8
	Hydrobiidae	3		Hydroptilidae	6
	Limnaciidae	3		Xiphocentronidae	8
	Planorbidae	3		Hydrobiosidae	8
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Glossosomatidae	7
Amphipoda	Hyalellidae	6		Hydropsychidae	5
Ostracoda		3		Anomalopsychidae	10
Hydracarina	Acari	4		Philopotamidae	8
	Baetidae	4		Limnephilidae	7
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10	Lepidoptera	Pyralidae	4
	Leptohyphidae	7	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
	Oligoneuridae	10		Lampyridae	5
Odonata	Aeshnidae	6		Psephenidae	5
	Gomphidae	8		Scirtidae (Helodidae)	5
	Libellulidae	6		Staphylinidae	3
	Coenagrionidae	6		Elmidae	5
	Calopterygidae	8		Dryopidae	5
Plecoptera	Polythoridae	10		Gyrinidae	3
	Perlidae	10		Dytiscidae	3
Heteroptera	Gripopterygidae	10			Hydrophilidae
	Veliidae	5		Hydraenidae	5
	Gerridae	5		Blepharoceridae	10
	Corixidae	5		Simuliidae	5
	Notonectidae	5		Tabanidae	4
	Belostomatidae	4		Tipulidae	5
	Naucoridae	5		Limoniidae	4
				Ceratopogonidae	4
				Dixidae	4
				Psychodidae	3
				Dolichopodidae	4
				Stratiomyidae	4
				Empididae	4
				Chironomidae	2
				Culicidae	2
				Muscidae	2
				Ephydriidae	2
				Athericidae	10
				Syrphidae	1

Orden	Familia	ABI	BMWP/Col
Hydroida	Hydridae	10	10
Tricladia	Planariidae	5	7
Haplotaxida	Haplotaxidae	3	1
Glossiphoniiformes	Glossiphoniidae	1	3
Gastropoda	Lymnaeidae	3	4
	Planorbidae	3	5
Veneroidea	Sphaeriidae	3	4
Amphipoda	Hyalellidae	6	7
Ephemeroptera	Baetidae	4	7
	Leptohyphidae	7	7
	Leptophlebiidae	10	9
Plecoptera	Grypopterygidae	10	10
	Neuroridae	7	7
	Perlidae	10	10
Megaloptera	Corydalidae	6	6
Coleoptera	Elmidae	5	6
	Psephenidae	5	10
	Philodactylidae	5	10
	Scirtidae	5	7
	Curculionidae	7	4
	Staphylinidae	3	6
	Trichoptera	Anomalopsychidae	10
Trichoptera	Calamoceratidae	10	10
	Ecnomidae	7	7
	Glossomatidae	10	7
	Helicopsychidae	10	8
	Hydrobiosidae	8	9
	Hydropsychidae	5	7
	Hydroptilidae	6	7
	Leptoceridae	8	8
	Limnephilidae	7	7
	Odontoceridae	10	10
	Lepidoptera	Pyrilidae	4
Diptera	Blephariceridae	10	10
	Ceratopogonidae	4	3
	Chironomidae	2	2
	Culicidae	2	2
	Dolichopodidae	4	4
	Empididae	4	4
	Muscidae	2	2
	Psychodidae	3	7
	Simuliidae	5	8
	Tabanidae	4	5
	Tipulidae	4	3
	Limoniidae	4	4

Anexo E. Mapa de sitios de muestreo

