



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL
USO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE
8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA
CHIMBORAZO (RPFCH)

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO TÉCNICO PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERA EN ECOTURISMO

GLORIA ELIZABETH PUCUNA ALLAICA

Riobamba – Ecuador

2020

©2020, Gloria Elizabeth Pucuna Allaica

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

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ECOTURISMO

El Tribunal del Trabajo de titulación, certifica que: la memoria de Tesis titulada "DETERMINACIÓN DE LA CAUDAL DEL AGUA MEDIANTE EL USOS DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA DE CHIMBORAZO (RPFCH)", de responsabilidad de la señorita egresada Gloria Elizabeth Pucuna Allaica, ha sido prolijamente revisada por los miembros del Tribunal del trabajo de Titulación, quedando autorizada la presentación y defensa

JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



ANA CAROLA FLORES MANCHENO
ASESORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN



Yo, Gloria Elizabeth Pucuna Allaica soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis elaborados en su totalidad con fines académicos y el patrimonio intelectual del trabajo de titulación de grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Gloria Elizabeth Pucuna Allaica

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Gloria Elizabeth Pucuna Allaica, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

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

Riobamba, 20 de Enero del 2020.



Gloria Elizabeth Pucuna Allaica

C.I.060479122-8

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación dedico a mi familia, especialmente a mi hija y a mis padres, a quienes les amo infinitamente, pues ellos han sido mi principal motivación, por darme el apoyo y sobre todo el amor incondicional.

A mis amigas y amigos por acompañarme en este pequeño caminar.

AGRADECIMIENTO

Agradezco Principalmente a DIOS, por ser el quien ilumina mí caminar

A mi hija por ser el motor en mi vida

A mis padres por haberme dado la vida, por su amor, confianza y apoyo incondicional

A mis amigos y amigas por permitir compartir momentos inolvidables

Finalmente, agradezco a los profesores/as que ayudaron en mi formación, es especial al Ing. Juan Carlos Carrasco e Ing. Carola Flores por su apoyo incondicional durante la elaboración de éste documento.

TABLA DE CONTENIDOS

I. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO (RPFCH).	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. IMPORTANCIA	1
B. PROBLEMA	3
C. JUSTIFICACIÓN	3
III. OBJETIVOS	5
A. GENERAL	5
B. ESPECÍFICOS	5
IV. HIPÓTESIS	6
V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
A. MARCO CONCEPTUAL	7
1. Bioindicador	7
2. Calidad	7
3. Análisis	7
4. Agua	7
5. Salinidad	7
6. Dureza	7
7. Ph	8
8. Color	8
9. Transparencia	8
10. Bofedal	8
11. Amonio	8
12. Calcio	9
13. Conductividad	9
14. D.B.O5 Demanda bioquímica de oxígeno	9
15. D.Q.O. Demanda química de oxígeno	9
16. Dureza total	9
17. Fósforo	9
18. Magnesio	10
19. N-Nitratos	10
20. N-Nitritos	10
21. Turbidez	10

B. MARCO TEÓRICO	10
1. Calidad del agua	10
2. Fuentes de la contaminación del agua	10
3. Contaminación del agua	11
4. Efectos de la contaminación del agua.....	11
a. Aspecto biológico.....	11
b. Aspecto químico y bioquímico.....	12
5. Bioindicadores acuáticos	12
6. Macroinvertebrados acuáticos	12
C. MARCO CONTEXTUAL.....	13
1. Índice de la calidad del agua general (ICA/ WQI)	14
2. Índice BMWP/Col	15
Puntajes de las familias de macrobentos para aplicar el índice.....	15
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR.....	17
1. Localización	17
2. Ubicación geográfica.....	17
3. Límites.....	18
4. Características climáticas	18
5. Clasificación ecológica.....	18
6. Características del suelo	20
7. Materiales y equipo	20
B. METODOLOGÍA.....	21
1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Inventariar macroinvertebrados existentes en 8 bofedales de la Reserva de Protección de Fauna Chimborazo (RPFCH).....	21
2. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar los indicadores fisicoquímicos del agua en la zona de estudio.....	23
3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Determinar la calidad del agua de los bofedales a partir de los indicadores biológicos.....	28
4. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos.	32
5. Comprobación de la hipótesis.....	33
VII. RESULTADOS.....	34
A. INVENTARIAR MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO (RPFCH).	34
1. Caracterización de 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.	34

2. Inventario de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales e la RPFCH.	36
3. Descripción de familias de macroinvertebrados de la RPFCH.....	40
B. ANALIZAR LOS INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	60
1. Resultados de análisis Físico-Químicos.	60
2. Calidad del agua Mediante el indicador ICA	62
C. DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS BOFEDALES A PARTIR DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS.	65
1. Análisis del índice biológico ABI/Ecu	65
2. Análisis del índice biológico BMWP/COL	67
3. Análisis del índice biológico EPT	69
4. Análisis del índice biológico Adaptado.....	70
D. ANALIZAR ESTADÍSTICAMENTE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS	76
1. Análisis de similitud de los índices biológicos EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCh. y el índice WQI	76
2. Análisis de componentes principales (ACP)	80
3. Comprobación de hipótesis	81
VIII. CONCLUSIONES.....	83
IX. RECOMENDACIONES	84
X. RESUMEN	85
XI. SUMMARY.....	84
XII. BIBLIOGRAFÍA.....	85
XII. ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V-1.Principales ordenes de macroinvertebrados.....	13
Tabla V-2. Clasificación del ICA propuesta por Brown.....	14
Tabla V-3. Listado de categorías para determinar la calidad del agua- Índice BMWP.....	15
Tabla V-4. Puntaje de las familias de macrobentos para aplicar el índice BMWP.....	15
Tabla VI-5. Ubicación geográfica de los bofedales de la RPFCH.....	17
Tabla VI- 6. Clasificación ecológica de la RPFCH.....	19
Tabla VI-7. Aspectos a considerar para la caracterización de 8 bofedales de la RPFCH.....	22
Tabla VI-8 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.....	24
Tabla VI-9 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.....	25
Tabla VI-10: Criterios de calidad permisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces.....	26
Tabla VI-11: Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS.....	27
Tabla VI-12-: Categorías del ICA-NFS.....	28
Tabla VI-13: Categorías del Índice EPT.....	28
Tabla VI-14: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003).....	29
Tabla VI-15: Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003).....	29
Tabla VI-16: Categorías del Índice Biótico Andino para Ecuador (ABI/Ecu) propuesta para Ecuador por Encalada, Rieradevall, Ríos, García, & Prat (2011).....	30
Tabla VI-17 Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para Ecuador.....	30
Tabla VI-18. Caracterización de 8 bofedales de la RPFCH.....	35
Tabla VII-19. Inventario de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales de la RPFCh.....	37
Tabla VII-20 Totalidad de macroinvertebrados registrados en los 8 bofedales de la RPFCH...	39
Tabla VII-21 Descripción de la familia <i>Dugessidae</i>	41
Tabla VII-22 Descripción de la familia <i>Tubificidae</i>	42
Tabla VII-23 Descripción de la familia <i>Glossiphoniidae</i>	43
Tabla VII-24 Descripción de la familia <i>Lymnaeidae</i>	44
Tabla VII-25 Descripción de la familia <i>Sphaeriidae</i>	45
Tabla VII-26 Descripción de la familia <i>Hyalellidae</i>	46
Tabla VII-27Descripción de la familia <i>Baetidae</i>	47
Tabla VII-28 Descripción de la familia <i>Scirtidae</i>	48
Tabla VII-29 Descripción de la familia <i>Limnephilidae</i>	49
Tabla VII-30 Descripción de la familia <i>Chironomidae</i>	50
Tabla VII-31 Descripción de la familia <i>Muscidae</i>	51
Tabla VII-32 Descripción de la familia <i>Simuliidae</i>	52
Tabla VII-33 Descripción de la familia <i>Tabanidae</i>	53
Tabla VII-34 Descripción de la familia <i>Tipulidae</i>	54
Tabla VII-35Descripción de la familia <i>Chordodidae</i>	55
Tabla VII-36 Descripción de la familia <i>Ceratopogonidae</i>	56
Tabla VII-37 Descripción de la familia <i>Ptilodactylidae</i>	57
Tabla VII-38 Descripción de la familia <i>no identificada</i>	58
Tabla VII-39. Resultados de los parámetros físicos y químicos en los 8 bofedales de la RPFCh.....	61
Tabla VII-40 Análisis de la calidad del agua de los bofedales a partir del índice ICA.....	63
Tabla VII-41 Resultado de análisis del índice ABI/Ecu.....	65
Tabla VII-42 Resultado del índice BMWP/COL en los bofedales de la RPFCH.....	67

Tabla VII-43 resultado del índice EPT en los bofedales de la RPFCH	69
Tabla VI-44 Categorías del Índice Adaptado para la RPFCH.	70
Tabla VI-45. Puntuación de familias de acuerdo al índice Adaptado	70
Tabla VII-46 Resultado del Adaptado en los bofedales de la RPFCH	72
Tabla VII-47 Resultado general de los índices biológicos en los bofedales de la RPFCH.	74
Tabla VII-48.Comparación de los índices físicos químicos y biológicos de 8 bofedales de la RPFCH.....	76
Tabla VI-49. Resultados de la calidad del agua de 8 bofedales de la RPFCH, según BMWP/COL.	81
Tabla VI-50. Rangos que miden la calidad del agua según BMWP.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VI-1. Distribucion geográfica de 8 bofedales en estudio en el territotio de la RPFCH... 18	18
Figura VII-2 Relación de abundancia de macroinvertebrados entre el método captura directa y Surber en los bofedales de la RPFCH..... 38	38
Figura VII-3. Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCh..... 40	40
Figura VII-4 Índice de Calidad de Agua (ICA) de 8 Bofedales de la RPFCh. 64	64
Figura VII- 5 Resultados Índice ABI-Ecu en los 8 Bofedales de la RPFCh..... 66	66
FiguraVII-6 Resultado del índice BMWP/COL en los bofedales de la RPFCH..... 68	68
Figura VII- 7 Resultados Índice EPT en los Bofedales de la RPFCh. 70	70
Figura VII-8 Resultado del índice Adaptado en los bofedales de la RPFCH 73	73
Figura VII-9 Dendrograma de similitud Bray Curtis de los Índices aplicados a los Bofedales de la RPFCh..... 79	79
Figura VII-10 PCA entre parámetros físico-químicos y valores de abundancia de macrobentos de los bofedales de la RPFCH 80	80
Figura VII- 11 PCA entre los Índices de calidad del agua..... 80	80

LISTA DE ABREVIATURAS

AI	Alto Intervenido
ABI	Andean Biotic Index
ANI	Alto No Intervenido
BI	Bajo Intervenido
BMWP/Col	Biological Monitoring Working Party, de Colombia
BNI	Bajo No Intervenido
CA	Calcio
CF	Coliformes Fecales
CO₂	Dióxido de carbono
DBO₅	Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 días
DQO	Demanda Química de Oxígeno
X	Latitud
Y	Longitud
DT	Dureza Total
EPT	Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera
ESPOCH	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
IA	Índice Adaptado
ICA	Índice de Calidad de Agua
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
MAE	Ministerio del Ambiente de Ecuador
Mg	Magnesio
NFS	National Sanitation Foundation
OD	Oxígeno Disuelto
OMS	Organización Mundial de Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PT	Fósforo Total
PH	Potencial de Hidrógeno
RPFCH	Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo
SNAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
TULSMA	Texto Unificado de Legislación Secundaria del medio Ambiente
°C	Grados centígrados
E.M	Esfuerzo de muestreo
C.D	Captura Directa
R.S	Red de Surber
PCA	Principal component analysis

I. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS DE 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO (RPFCH).

II. INTRODUCCIÓN

A. IMPORTANCIA

El ser humano siempre ha buscado satisfacer todas sus necesidades en base a los ecosistemas, pero nunca ha puesto énfasis en que los recursos provenientes son únicos y sobre todo no están en exceso (Campos, 2014), pues tales entornos albergan una gran biodiversidad que son el soporte vital para la existencia de la vida, los mismos que surgen de las miles de maneras diferentes en que los organismos de la Tierra interactúan entre sí (World One, 2011), así también estos cumplen un rol muy importante que son significativos para la prosperidad, el desarrollo económico y social en el futuro de la humanidad (Ministerio del Ambiente, 2003).

Según Vásquez (2016) los ecosistemas principalmente son abastecedores de agua, alimentos, fibras, madera y combustibles, también brindan el servicio de regulación del clima y las precipitaciones del agua, de los residuos y de la propagación de las enfermedades, por otra parte Ochoa (2015) acota que los ecosistemas también ofrecen los servicios culturales, que proporcionan la belleza, inspiración y los valores recreativos que contribuyen a nuestro bienestar espiritual, y los servicios esenciales, que son necesarios para la producción de todos los demás servicios ecosistémicos; así ofreciendo espacios en los que viven las plantas y los animales, permitiendo la diversidad de especies y manteniendo la diversidad genética (Amado, J; Pérez, P; Ramírez, O; Alarcón, J, 2016). En términos generales los servicios, que surgen a partir de los ecosistemas son sublimes, especialmente si se trata del recurso agua, lo cual motiva a que haya un conocimiento claro y preciso acerca de tal recurso vital (Terneus, 2018).

Al ecosistema páramo se conoce como la gran “esponja” debido a que por muchos años, éste ha sido la “fuente de agua dulce” para ciudades y campos, y nunca ha dado muestra de agotamiento (EcoCiencia, 2012). Para Carmona & Castillo (2001) el ecosistema páramo es un bioma en el cual se encuentra el ecosistema dulceacuícola, cuyo espacio es considerado como el productor primario de fitoplancton, formado por algas azules (cianobacterias), peridíneas, diatomeas y algas verdes que sirven de alimento para macro y microorganismos existentes en el lugar, que éstos a la vez cumplen un rol importante en el lugar. Sin embargo, en los últimos años éste se ha visto afectado por la actividad humana, así: el crecimiento de la frontera agrícola, el pastoreo, entre otras (Quiroz, Izquierdo, & Menéndez, 2017).

Ecuador continental está dividido en tres regiones de las cuales la costa y la sierra tiene un mayor número de habitantes que la amazonia, sin embargo esta última posee el 80% de captación de agua del país (SENAGUA, 2012).

En Ecuador el agua es reconocido por la constitución como un “patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida” (Artículo 12) (Asamblea Constituyente, 2008), además es considerado como el recurso natural de mayor incidencia en la vida económica y social (Asamblea Constituyente, 2008), por ello con el fin de resguardar éste recurso se han creado estrategias para el buen manejo, así, la recreación de áreas protegidas (CEPAL, 2017). Pues, el sistema nacional de Áreas protegidas garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de ecosistemas frágiles, así como de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico (Artículos 406 y 411) (Asamblea Constituyente, 2008), siendo un 40% de la superficie del país parte de éste sistema. Es importante destacar que estos preceptos constitucionales han sido trasladados al Plan Nacional del Buen Vivir 2009-2013 (PNBV)

Los ecosistemas en el Ecuador están agrupados de acuerdo a las diferentes escalas espaciales en relación a los factores clasificadores (bioclima, biogeografía, geomorfología) (Ministerio del Ambiente, 2012). El ecosistema páramo en Ecuador es considerado como proveedor, almacenador y distribuidor del recurso vital para la existencia de la vida como es el “agua” (Alzate, Álvarez, Miranda, & Morrone, 2018).

La Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH) la cual fue anexada al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Ecuador el 26 de octubre de 1987, se localiza en las provincias Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, posee una superficie de 58560 ha, con un rango altitudinal que varía desde los 3200 a los 6310 msnm (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014), además dicha área presenta formaciones vegetales muy importantes correspondiente su mayor parte a ecosistema de páramo y relictos de formaciones de vegetación andina que perduran únicamente en los sitios empinados, quebradas o sobre microcuencas y en las faldas de volcán Carihuairazo, estableciéndose de esta manera, en únicos resguardadores de flora y fauna, importantes para el florecimiento del recurso agua (SNAP, 2015). En la RPFCH el 66% de la superficie corresponde a ecosistema páramo, del cual solo el 24 % se encuentra en estado natural, 8 % en recuperación y lo restante se encuentran afectadas por las diferentes actividades antrópicas (Caranqui, Lozano, & Julio, 2016).

Los bofedales son considerados como hábitats naturales húmedos, con agua permanente, alimentados de diferentes fuentes como manantiales, agua de deshielo, ríos y lluvia, siendo el principal proveedor de agua, que a la vez se transforma en un componente fundamental de alto interés para estudiar (Loza, Meneses, & Anthelme, 2015), se forman en zonas como las de los macizos andinos y se ubican sobre los 3.800 metros de altura, la flora que habita en el bofedal recibe el nombre de “vegetales hidrofíticos” (CANAL AZÚL 24, 2012), también alberga gran diversidad de macroinvertebrados, cuyos organismos forman parte de la fauna del sitio. Los macrobentos corresponden a grupos de artrópodos, y dentro de estos los insectos, y en especial sus formas larvarias, además son considerados como buenos indicadores de la calidad del agua (Figueroa, Parra, Valdovinos, & Araya, 2003).

Los bofedales se han visto contaminados por actividades antrópicas ((Lozano, Patricio; Armas, Aracely; Machado, Verónica, 2016)), por lo cual se ha visto monitoreos donde se han evaluado mediante parámetros físicos-químicos,(se basan en parámetros físicos o químicos del agua como pueden ser el pH, los sólidos en suspensión, la temperatura, la DBO5) y biológicos a través de macroinvertebrados acuáticos (Meneses, Castro, & Jaramillo, 2019), estos comprenden a los animales

que en sus últimos estadios larvarios alcanzan un tamaño igual o mayor a 1mm y pertenecen a las siguientes clases: Insecta, mollusca, oligochaeta, hirudinea y crustácea principalmente; algunas desarrollan toda su vida en el medio acuático (oligochaeta y mollusca), otros por el contrario; tienen una fase aérea (Zambiaso, Gallardo, Poi, & Coronel, 2019), cualquier tipo de substrato puede constituirse en un hábitat adecuado para estos organismos incluyendo grava, piedra, arena, fango, detritus, plantas vasculares, algas filamentosas, troncos (Cunha, Coutinho, & Salla, 2019)

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, pues el determinar la calidad del agua contribuye a que haya un desarrollo social, económico, cultural y sobre todo ambiental.

B. PROBLEMA

Durante los últimos años se ha evidenciado un grado considerable de afectación en los páramos andinos (Lozano, Patricio; Armas, Aracely; Machado, Verónica, 2016), siendo los responsables de esto: la ganadería, el sobrepastoreo, el crecimiento de la frontera agrícola, (Carrera, Carlos; Fierro, Karol, 2002) y en cooperación con la inobservancia e incumplimiento de la normativa legal vigente en materia ambiental; es decir la inefectiva vigilancia y control, la venalidad que se observa en el otorgamiento de permisos, el inadecuado aprovechamiento de recursos (Ladrera, 2012).

Los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo muestran un 50% de intervención antrópica, siendo la actividad más practicada por los pobladores, el pastoreo de ganado ovino y vacuno (Amado, J; Pérez, P; Ramírez, O; Alarcón, J, 2016).

La despreocupación y el desconocimiento de la población, acerca de la calidad del agua de los bofedales que sirve para el consumo humano y actividades agropecuarias, se ha visto reflejado en los escasos estudios acerca de éste (Garrido, 2016).

C. JUSTIFICACIÓN

Ecuador al ser considerado un país diverso, ha propuesto diferentes mecanismos de función, quienes deben garantizar la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos (Asamblea Constituyente, 2008), además regular toda actividad que pueda afectar la calidad, cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua (Ministerio del Ambiente, 2010).

Bajo este contexto, en la RPFCH el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia junto al Ministerio del Ambiente son los encargados de manejo, gestión y conservación de los recursos naturales y culturales (Ministerio del Ambiente, 2010), sin embargo, se ha dado poca importancia a la contaminación de las fuentes hidrográficas (bofedales), a pesar de que, en la actualidad la situación

de éstos se ve afectado, los sembríos siguen subiendo a las partes más altas, el desarrollo de actividades turísticas se han incrementado, en muchos sitios hay sobreexplotación forestal y grandes extensiones son quemadas por accidente o para que vuelva a crecer el pasto natural para el ganado (SNAP, 2015).

La presente investigación pretende ser una herramienta para posteriores investigaciones donde se evalué las condiciones de la calidad del agua de los bofedales, por lo que los datos obtenidos se aspira dar a conocer a: organizaciones de segundo grado, gobiernos municipales, gobiernos parroquiales, gobierno nacional y a los organismos gubernamentales y no gubernamentales, con el fin de que tomen acciones orientadas a un manejo adecuado de las fuentes hidrográficas de la reserva y el país para garantizar el bienestar humano (ECOCIENCIA , 2014).

El presente estudio se desarrolla en el marco del Proyecto Institucional “Sistemas basados en las comunidades de macroinvertebrados para la evaluación del estado ecológico de los bofedales de la meseta Andina de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo RPFCH”, impulsado por la Facultad de Recursos Naturales (FRN)-ESPOCH en convenio con la Universidad de Santiago de Compostela (España).

III. OBJETIVOS

A. GENERAL

Determinar la calidad del agua mediante el uso de parámetros físico-químicos y biológicos de 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH).

B. ESPECÍFICOS

1. Inventariar macroinvertebrados existentes en 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo (RPFCH).
2. Analizar los indicadores fisicoquímicos del agua en la zona de estudio.
3. Determinar la calidad del agua de los bofedales a partir de los indicadores biológicos.
4. Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos

IV. HIPÓTESIS

A. HIPÓTESIS ALTERNANTE

Mediante el índice biológico BMWP/COL, se determina que al menos 3 de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo tendrán un índice de calidad de agua excelente.

B. HIPÓTESIS NULA

Mediante el índice biológico BMWP/COL, se determina que todos los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo no tendrán un índice de calidad de agua excelente.

V. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. MARCO CONCEPTUAL

1. Bioindicador

El término bioindicador corresponde a los indicadores biológicos, los cuales son atributos de los sistemas biológicos que se emplean para descifrar factores de su ambiente. Se conoce que inicialmente, se utilizaron especies o asociaciones de éstas como indicadores y, posteriormente, comenzaron a emplearse también atributos correspondientes a otros niveles de organización del ecosistema, como poblaciones, comunidades, etc., lo que resultó particularmente útil en estudios de contaminación (Puig, 2017).

2. Calidad

La Calidad es aquella cualidad de las cosas que son de excelente creación, fabricación o procedencia, Calidad describe lo que es bueno, por definición, todo lo que es de calidad supone un buen desempeño. Todo lo que posee un cualitativo de calidad supone que ha pasado por una serie de pruebas o referencias las cuales dan la garantía de que es óptimo (Arias, 2008).

3. Análisis

De acuerdo a Morales (2013), un Análisis es un estudio profundo de un sujeto, objeto o situación con el fin de conocer sus fundamentos, sus bases y motivos de su surgimiento, creación o causas originarias. Sirve para el estudio de problemas, pues se le separa en partes, hasta conocer los elementos básicos que los conforman y sus relaciones.

4. Agua

El componente agua no es más que una parte del ecosistema acuático en el que se desarrollan una serie de organismos vivos, los mismos obedecen a las características fisicoquímicas de sus aguas que, pueden verse notablemente modificadas con la consiguiente alteración de aquéllas (López, 1995).

5. Salinidad

La dureza del agua es conceptualizada como la agrupación de todos los cationes metálicos no alcalinos presentes; es decir iones de calcio, estroncio, bario y magnesio en forma de bicarbonatos o carbonos, lo cual se expresa en equivalentes de carbonato de sodio, que permite visibilizar la calidad del agua (Reinoso, 2016).

6. Dureza

La dureza del agua es considerada como la concentración de compuestos minerales, pues dichos compuestos son principalmente calcio y sales de magnesio, pues una elevada concentración de dichas

salen indican la comúnmente denominada agua “dura” y la inversa; es decir el agua que tiene estas sales en pocas cantidades se denomina agua “blanda” (Bautista, 2012).

Por otra parte, Marcó, Azario, Metzler, & García (2004) menciona que la dureza es uno de los parámetros químicos más importantes a la hora de calificar la calidad de un agua, además añade que las medidas de dureza o grado hidrotimétrico del agua son: mg CaCO_3/l o ppm de CaCO_3 . Miligramos de carbonato cálcico (CaCO_3) en un litro de agua; esto es equivalente a ppm de CaCO_3 .

7. Ph

El pH indica la acidez o alcalinidad del agua, además es considerada como una medida de la actividad del potencial de iones de hidrógeno positivo (H^+). Las mediciones de pH se llevan a cabo en una escala de 0 al 14, en el cual el 7.0 es considerado neutro. En este contexto se dice que las soluciones con un pH inferior a 7.0 se consideran ácidos. Mientras que, las soluciones con un pH por encima de 7.0, se consideran bases o alcalinos. El pH es una de los componentes más comunes tomados en cuenta para conocer una cierta parte de la calidad del agua (Bautista, 2012).

8. Color

El color del agua es el resultado neto de la interacción entre las impurezas del agua y la luz incidente. El agua pura; es decir de buena calidad a la luz del sol tiene una coloración azul, debido a que la luz azul penetra con mayor intensidad en el agua a comparación a los otros colores (Wheaton, 1987).

9. Transparencia

La transparencia del agua tiene unas excelentes propiedades en cuanto a transmisión de la radiación electromagnética. La transparencia hídrica varía de cero a claro, este depende en primer plano de la concentración de sustancias disueltas como también de las características. Por otra parte, depende de la naturaleza, el tamaño y número de partículas suspendidas (Wheaton, 1987).

10. Bofedal

Es un humedal de altura, y se considera una pradera nativa poco extensa con permanente humedad. Los vegetales o plantas que habitan el bofedal reciben el nombre de vegetales hidrofíticos. Los bofedales se forman en zonas como las del macizo andino ubicado sobre los 3.800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas (Stock, 2015).

Los bofedales se forman en zonas como los macizos andinos ubicados sobre los 3.800 metros de altura, en donde las planicies almacenan aguas provenientes de precipitaciones pluviales, deshielo de glaciares y principalmente afloramientos superficiales de aguas subterráneas (Stock, 2015)

11. Amonio

El amoniaco es un nutriente que está compuesto de nitrógeno e hidrógeno, cuya fórmula química es NH_3 en su estado sin ionizar y NH_4^+ en la forma ionizada. La suma de los iones ya mencionados;

es decir de NH_3 y NH_4^+ constituye el amoníaco que se mide analíticamente en el agua (Folleto Informativo 3..3.1.0).

12. Calcio

El calcio es un elemento químico, cuya representación simbólica es Ca y de número atómico 40. Se encuentra en el medio interno de los organismos como ion calcio (Ca^{2+}) o a su vez formando parte de otras moléculas; en algunos seres vivos se halla precipitado en forma de esqueleto interno o externo (Rodríguez, 2009).

13. Conductividad

La conductividad es la habilidad de una solución para conducir electricidad, pues los iones que son pequeñas partículas cargadas eléctricamente, son capaces de llevar una corriente eléctrica a través de soluciones de agua. Estos iones surgen principalmente de los ácidos y sales de la solución de fuente. Entre más concentrado de solución de fuente sea añadido al agua, los valores de iones se incrementa, junto con la conductividad (Nieto, 2011).

14. D.B.O5 Demanda bioquímica de oxígeno

Es un método usado para la determinación de los requerimientos de oxígeno para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas. Su aplicación permite medir los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas, los mismos que son catalogados como receptoras de todas las descargas mencionadas (Rodríguez, 2009).

15. D.Q.O. Demanda química de oxígeno

La demanda química de oxígeno es definida como la cantidad de oxígeno consumido por las materias existentes en el agua, oxidables en unas condiciones determinadas. Esta medida es una estimación de las materias oxidables presentes en el agua, cualquiera que sea su origen, este puede ser orgánico o mineral. Las aguas no contaminadas tienen valores de DQO de 1 - 5 ppm, o algo superiores. Las aguas residuales domésticas suelen contener entre 250 y 600 ppm, cabe, cabe mencionar que en las residuales industriales la concentración depende del proceso de fabricación (Jaque & Potocì, 2015).

16. Dureza total

La dureza del agua es la concentración total de iones de calcio y magnesio (Ca^{2+} y Mg^{2+}), los dos cationes divalentes más habituales en un agua natural. Así, podríamos escribir dureza (M) = $[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$. Además, la dureza se determina como masa de carbonato cálcico en miligramos por cada litro de disolución, es decir, mg CaCO_3/L (INEN, 2013).

17. Fósforo

El fósforo es considera como uno de los nutrientes que controlan el crecimiento de algas, se encuentra en aguas naturales y residuales casi. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por

contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polifosfatados (Agroambiente, s.f.).

18. Magnesio

El magnesio es un metal que junto a otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, mientras que, el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda. El magnesio generalmente es un elemento poco reactivo, pero su reactividad aumenta con niveles de oxígeno. Además, el magnesio reacciona con el vapor de agua para dar lugar a hidróxido de magnesio y gas hidrógeno: $Mg(s) + 2H_2O(g) \rightarrow Mg(OH)_2(aq) + H_2(g)$ (Lenntech, 2019).

19. N-Nitratos

El nitrato es un compuesto inorgánico formado por un átomo de nitrógeno (N) y tres átomos de oxígeno (O); cuyo símbolo químico del nitrato es NO_3 . El nitrato no es normalmente peligroso para la vida humana (Lenntech, 2019).

20. N-Nitritos

El nitrito es el radical univalente NO_2 , tal como una sal o un éster de ácido nitroso, este surge a partir de fertilizantes, sistemas sépticos y almacenamiento de estiércol, cuya concentración provoca enfermedades en la humanidad (Lenntech, 2019).

21. Turbidez

La turbidez se refiere a lo clara o turbia que pueda estar el agua, los niveles altos de turbidez pueden ser causados por las diferentes partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton, cuyas partículas evitan el paso de la radiación solar, por lo tanto las macrofitas existentes serán más frágiles, debido a que tiene valores bajos de oxígeno disuelto (Méndez, 2011)

B. MARCO TEÓRICO

1. Calidad del agua

Es un factor que incide directamente en la salud de los ecosistemas y el bienestar humano: de ella depende la biodiversidad, la calidad de los alimentos, las actividades económicas, etc. Por tanto, la calidad del agua es también un factor influyente en la determinación de la pobreza o riqueza de un país (ONU, 2014).

La terminología de la calidad del agua surge con el fin de describir las características biológicas y fisicoquímicas del recurso agua, lo que implica conocer el uso del agua y a la vez permitiría apreciar:

2. Fuentes de la contaminación del agua

Existen diferentes fuentes de la contaminación del agua, así tenemos:

a. Fuentes Industriales

En este aspecto las diferentes industrias existentes en el mundo, desechan diferentes residuos, de los cuales muchos de estos son perjudiciales para el recurso agua, debido a que son difíciles de eliminar y si no se da ningún tipo de tratamiento, terminarían con el recurso hídrico de la tierra (Jaque & Potocì, 2015).

b. Fuentes antrópicas

Es la contaminación provocada por el hombre, entre las actividades más destacadas tenemos: la minería, la agricultura y la ganadería. Por ejemplo en la agricultura el uso excesivo de abonos que al final estos componentes pasan a formar parte de una fuente hidrográfica, que implica cambios drásticos en el agua (Jaque & Potocì, 2015).

c. Fuentes naturales

Es el resultante de los diferentes fenómenos naturales; que implica en muchos casos el cambio de la composición físico-químico del agua (Jaque & Potocì, 2015).

3. Contaminación del agua

La contaminación del agua es el cambio que sufre el agua ya sean estas químico, físico o biológico, una vez dado este evento en el agua, este tiene un efecto dañino para cualquier ser vivo que lo consume, pues según se conoce que cuando los seres humanos beben de un agua contaminada tienen a menudo problemas de salud y muchas de estas son severas que llevan muchas veces hasta la muerte (Roldan, 1992).

La contaminación del agua puede darse de origen inerte y de origen vivo, pues el primero implica restos o sustancias por ejemplo el plomo, mercurio como resultante de la actividad minera, mientras que la segunda hace énfasis a la contaminación proveniente de microorganismos de desechos domésticos; es decir los que surgen a partir de las aguas servidas (Payeras, 2018).

4. Efectos de la contaminación del agua

La contaminación del agua, ya sean estas ocasionadas por residuos orgánicos o inorgánicos, ocasionan en los diferentes ecosistemas acuáticos graves problemas irreversibles, debido a que estas ocasionan modificaciones fisicoquímicas que a las veces, éstas repercuten en la distribución y composición de las diferentes comunidades.

a. Aspecto biológico

Las diferentes especies que habitan en un medio natural están adaptadas a las condiciones ambientales propias del lugar y cualquier tipo de alteración ocasionadas por diferentes factores, puede significar la disminución y en el peor de los casos la desaparición de estos organismos que a la vez son considerados como fundamentales para la fuente de vida de la humanidad (Roldan, 1992).

Cada organismo viviente en los diferentes ecosistemas acuáticos juegan o cumplen un rol vital y muy importante, a la vez éstos afectan y son afectados por otros organismos y las diferentes condiciones ambientales (Viteri, 2017).

Bajo este mismo contexto, los diferentes organismos una vez afectados por los distintos tipos de contaminación sean estas: industrial, natural o antrópica, solo tienen dos opciones o se adaptan o simplemente mueren y dejan de cumplir su rol en el ambiente en el que habitan, que implica además la desaparición de otros organismos dependientes de este, pues cabe mencionar que todos los organismos vivos se interactúan entre sí (Bidault, 2016).

Si se habla de adaptación es importante enfatizar cosas muy diferentes, la una es la adaptación biológica, que corresponde al proceso evolutivo a través de los millones de años, estos organismos muestran ciertos detalles morfológicos y fisiológicos definidos que determinan que son parte del pasado y que tienen una historia; la otra es la adaptación ecológica, esta muestra la capacidad que tiene un organismo para adaptarse a un medio, pues indica que éste superó las diferentes afectaciones en el espacio en el que habita (Bullón, 2016).

b. Aspecto químico y bioquímico

El término biodegradable es muy común en la actualidad, pues se asume que toda cosa biodegradable es amigable con el ambiente, debido a que son fáciles de descomponer para los diferentes organismos acuáticos (Roldan, 1992).

Pero así también ha traído consigo la pérdida de especies de animales grandes, según estudios realizados en los últimos años muestran que esta noción parcialmente invalida, a pesar de que son fáciles de descomponer, pues se detectó que por ejemplo las fundas biodegradables servían de alimento para muchos animales, que implicó la muerte por asfixia (Buitron & Fernández, 2012).

Además otra de las afectaciones es la descomposición de biodegradables en gran escala por parte de organismos acuáticos, debido a que genera gran cantidad de sustancias tóxicas que inhabilitan a los descomponedores acuáticos la vida (Bidault, 2016).

5. Bioindicadores acuáticos

Debido a la gran diversidad de aguas en el mundo y las circunstancias que se dan, no se puede conocer la calidad del agua que nos rodea, es decir no conocemos el nivel de contaminación o pureza. Frente a esta problemática uno de los indicadores de la calidad del agua son los diferentes organismos que habitan en estos ecosistemas (Carlos & Fierro, 2001).

6. Macroinvertebrados acuáticos

Los macroinvertebrados acuáticos son bichos que se puede visualizar a simple vista. Se llaman macro porque son grandes y miden entre 2 milímetros y 30 centímetros, invertebrados porque no tienen huesos, y acuáticos porque viven en los lugares con agua dulce. Estos organismos son excelentes indicadores de la calidad del agua, y, al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra; debido a que algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación (Carlos & Fierro, 2001).

Los macroinvertebrados bentónicos incluyen larvas de insectos como mosquitos, caballitos del diablo, libélulas o helicópteros, chinches o chicaposos, perros de agua o moscas de aliso. Inician su vida en el agua y luego se convierten en insectos de vida terrestre. Además de los insectos, otros macroinvertebrados son: caracoles, conchas, cangrejos azules, camarones de río o minchillas, planarias, lombrices de agua, ácaros de agua y sanguijuelas o chupa-sangres (Carlos & Fierro, 2001).

Tabla V-1. Principales ordenes de macroinvertebrados

ORDEN	FAMILIA
Amphipoda	Hyalellidae
	Anyphaenidae
	Araneidae
	Elmidae
Coleoptera	Hydrophilidae
	Ptilodactylidae
	Scirtidae
	Staphylinidae
Diptera	Blephariceridae
	Ceratopogonidae
	Chironomidae
	Dixidae
	Empididae
	Simuliidae
	Muscidae
	Tipulidae
	Psychodidae
Trichoptera	Calamoceratidae
	Hydrobiosidae
	Hydropsychidae
	Leptoceridae
	Glossosomatidae
Tricladida	Planariidae
Ephemeroptera	Baetidae
	Leptohiphidae
	Oligoneuridae
Hemiptera	Belostomatidae

Fuente: (Meza, Rubio, Dias, & Walteros, 2012)

C. MARCO CONTEXTUAL

Métodos estandarizados para inventario y muestreo de macroinvertebrados.

1. Índice de la calidad del agua general (ICA/ WQI)

A partir de ciertos elementos básicos en función de los usos del agua se puede generar los índices; el “ICA” es uno de estos pues éste define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son catalogados de “Usos Específicos”.

El Índice de calidad de agua (ICA) propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” la misma que se fue desarrolló por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que fue el resultado de un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, pues tomaron la iniciativa de crear y diseñar un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) (Romero, 2002).

El ICA es fuertemente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes, la misma que fue diseñada en 1970, además puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados arrojados por este sistema de determinación de la calidad del agua son utilizados para determinar si un tramo particular de dichas aguas es saludable o no (Romero, 2002).

Según (Romero, 2002) para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

- Coliformes Fecales (en NMP/100 mL)
- pH (en unidades de pH)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DBO5 en mg/ L)
- Nitratos (NO3 en mg/L)
- Fosfatos (PO4 en mg/L)
- Cambio de la Temperatura (en °C)
- Turbidez (en FAU)
- Sólidos disueltos totales (en mg/ L)
- Oxígeno disuelto (OD en % saturación)

Clasificación del “ICA” propuesta por Brown.

Los parámetros establecidos por el “ICA” son adoptadas para condiciones óptimas siendo 100 un valor máximo determinado, dicho numero va disminuyendo con el aumento de la contaminación el curso de agua en estudio (Carlos & Fierro, 2001). A continuación, se muestra los parámetros establecidos por “ICA”:

Tabla V-2. Clasificación del ICA propuesta por Brown

CALIDAD	DEL COLOR	VALOR
AGUA		
EXCELENTE		91-100
BUENA		71-90

REGULAR		51-70
MALA		26-50
PÉSIMA		0-25

Fuente: (Carlos & Fierro, 2001).

2. Índice BMWP/Col

El BMWP es un índice para el cálculo de la calidad del agua, pues surgen sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias de macroinvertebrados encontradas, según su grado de sensibilidad a la contaminación. El puntaje se asigna una sola vez por familia, independientemente de la cantidad de individuos o géneros encontrados. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio de estudio brinda el valor final del índice (Roldan, 2003) La BMWP propone el siguiente listado de categorías para determinar la calidad del agua:

Tabla V-3. Listado de categorías para determinar la calidad del agua- Índice BMWP.

BMWP'-CR	Nivel de Calidad del Agua
>120	Aguas de calidad excelente
101-120	Aguas de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible
61-100	Aguas de calidad regular, contaminación moderada
36-60	Aguas de calidad mala, contaminadas
16-35	Aguas de calidad mala, muy contaminadas
<15	Aguas de calidad muy mala extremadamente contaminada

Fuente: (Reglamento No. 33903 MINAE-S, La Gaceta No. 178)

Puntajes de las familias de macrobentos para aplicar el índice.

Además, Roldan (2003) ajusta ciertos datos de la BMWP, como se puede visualizar en la siguiente tabla, en el cual está plasmado los puntajes que corresponden a las diferentes familias de macrobentos.

Tabla V-4. Puntaje de las familias de macrobentos para aplicar el índice BMWP.

FAMILIA	PUNTUACIÓN
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dystiscidae, Ephemeridae, Euthplociidae, Gyrinidae, Hydrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopatomidae, Polycentropodidae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hidrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelpusidae, Saldidae, Simuliidae, Vellidae.	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptothyphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae.	7

Aeshnidae, Ancylidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveiidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Dolichopodidae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphonidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: (Roldan, 2003).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

El estudio se desarrolló en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo en los territorios de las provincias de Bolívar, Tungurahua y Chimborazo, específicamente en 8 bofedales (Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI, Puente Ayora BNI, Lazabanza BNI, Cóndor Samana BI, Portal Andino AI, Los Hieleros ANI y Pachancho BI).

2. Ubicación geográfica

El estudio se llevó a cabo dentro de las siguientes coordenadas UTM, en la zona 17S, Datum WGS84; específicamente en los bofedales

Tabla VI-5. Ubicación geográfica de los bofedales de la RPFCH.

NOMBRE	X	Y
Lazabanza BNI	746734	9850338
Cóndor Samana BI	751109	9839489
Portal Andino AI	750019	9837891
Los Hieleros ANI	745741	9833916
Pachancho BI	728315	9847854
Puente Ayora ANI	728478	9841941
Puente Ayora AI	728013	9841127
Puente Ayora BNI	726486	9839401

Nota: Trabajo de campo, 2019.

En la Figura VI-1 se visualiza la ubicación de los bofedales en estudio dentro de la jurisdicción de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

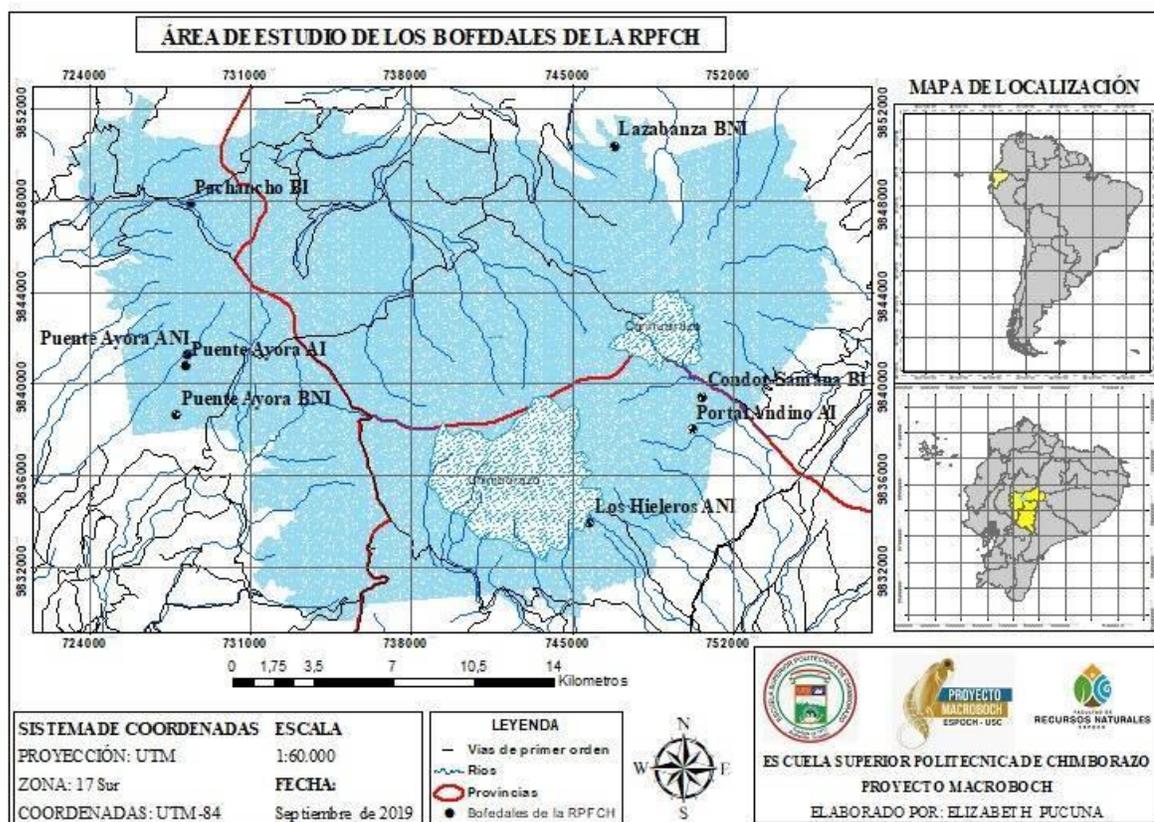


Figura VI-1. Distribución geográfica de 8 bofedales en estudio en el territorio de la RPFCH

Nota: Trabajo de campo, 2019.

3. Límites

Según el Ministerio del Ambiente del Ecuador (2014), los límites de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo son:

Norte: Tisaleo y Simiatug

Sur: San Juan y Yacoto

Este: San Juan y Urbina

Oeste: Guano, Guaranda y Simiatug

4. Características climáticas

Según (Díaz, 2015) las características climáticas son:

Precipitación media anual: 1000 mm/añual

Temperatura Máxima: 14° C

Temperatura mínima: -3° C

Humedad: 70-85%

5. Clasificación ecológica

De acuerdo a la clasificación propuesta por el MAE (2014) los ecosistemas que se encuentran en la RPFCH pertenecen a:

Tabla VI- 6. Clasificación ecológica de la RPFCH

CLASIFICACIÓN		ALTITUD	BREVE DESCRIPCIÓN
Bosque siempre verde del páramo		3200 - 4100 msnm	Son bosques siempreverdes, con alturas entre 5 a 7 metros, este tipo de ecosistema ocurre en formas de parches aislados embebidos en una matriz de vegetación montana alta superior herbácea o arbustiva.
Herbazal montano superior del Páramo	húmedo alto	3500-4200 msnm	Abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; Son herbazales abiertos, que se encuentran dominados por especies de los géneros Stipa, Senecio y Plantago; se encuentra en enclaves volcánicos localizados en fondos de valles glaciares
Herbazal Páramo	del	3400-4300 msnm	Es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras sub glaciares. son pajonales altimontanos y montanos paramunos. Herbazal denso dominado por gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; este ecosistema abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador
Herbazal y Arbustal siempre verde subnival del Páramo		4100-4500 msnm	Son arbustales bajos y matorrales alto andinos paramunos. Herbazal mezclado con arbustos esclerófilos semi postrados con una altura entre 0,5 a 1,5 m, ocurre en morrenas, circo glaciares, escarpamentos rocosos, depósitos de rocas glaciares y pendientes pronunciadas de arena o quebradas estrechas
Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo		3300-4900 msnm	Son páramo de almohadillas, sector norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro. Pajonales arbustivos altimontano paramunos. Arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m
Herbazal inundable del Páramo		3300-4500 msnm	Son herbazales inundables en los que existen especies que forman cojines o parches aislados de vegetación flotante; este ecosistema es azonal, en el que las condiciones edáficas o micro climáticas locales tienen una mayor influencia sobre la vegetación que los factores climáticos asociados al gradiente altitudinal.
Herbazal subnival del Páramo	húmedo	4400-4900 msnm	Es un tipo de vegetación geliturbada y edafo xerófila subnival paramuna herbazales dispersos que se encuentra restringidos a las partes más altas de las montañas de los Andes de Ecuador, las formas de vida predominantes en este ecosistema son los pastos de tallo corto, rosetas acaulescentes y hierbas en cojín
Bosque siempre verde del páramo		3500-4200 msnm	Es páramo herbáceo, sector norte y centro de la cordillera occidental, norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro; sur de la cordillera occidental, sur de la cordillera oriental, subregión sur, es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2014)

6. Características del suelo

Los suelos de la reserva son de origen volcánico, formados de rocas, sedimentos y tobas volcánicas pliocénicas y más antiguas. Al sur del volcán Chimborazo, la serranía de la Calera, su prolongación austral y el páramo de Puyal, están desprovistos de andesitas pliocénicas. El cerro negro Yanarumi de 4.156 m.s.n.m., vecino del Chimborazo, exhibe los característicos conglomerados del cretáceo superior y marca el extremo septentrional del páramo Puyal. Además, en el fondo del valle del río Totorillas, entre el Chimborazo y el Yanarumi, aparecen pizarras y areniscas cretáceas (MAE, 2014).

Al norte del Chimborazo y Carihuairazo, los mantos volcánicos del plioceno, cubren en variable extensión, las alturas de la cordillera Occidental, originados por erupciones lineales a lo largo de una falla longitudinal, como en las demás regiones volcánicas de la cordillera. En el cruce de ambos sistemas rupturados, surgió con violencia la actividad volcánica del pleistoceno, creando este impresionante conjunto volcánico (MAE, 2014).

7. Materiales y equipo

a. Materiales

- Botes de 21cm de diámetro con tapón hermético mínimo de 4 litros.
 - Alcohol etílico 70%.
 - Claves de identificación taxonómica para macroinvertebrados (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 para el estudio de Macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia de Roldán (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004); INVÉRTEBRÉS D'EAU DOUCE-Sistématique, biologie, écologie de Tachet (2010); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); Aquatic Biodiversity in Latin America de Coscarón & Coscarón (2007); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003)).
 - Viales de plástico o vidrio.
 - Torre de tamices de luz de 2cm, 0,5cm y 0,5mm.
 - Red de SURBER de 500µm de luz de malla y marco de 0,3m.
 - Tubos spondorf de 5ml
 - Porta tubos eppendorf de 5ml
 - Bandeja plástica blanca de 30cm x 20cm x 3cm
 - Etiquetas de papel vegetal.
 - Pinzas entomológicas.
 - Viales de vidrio con tapones herméticos de 300 ml.
 - Envases de polietileno de alta densidad (HDEP)
 - Caja cooler
 - Formaldehído al 10%
 - Placas de Petri.
- ### b. Equipos
- Termómetro portátil.
 - Oxímetro portátil HANNA HI 9146-04
 - Cámara fotográfica LEICA MC 1090

- Estereomicroscopio trilocular NIKON X20
- Nevera portátil.
- Computadora portátil.
- GPS GARMIN OREGON 650.
- Oxímetro portátil HANNA HI 9146-04.
- Phchímetro portátil PC-PH22.

B. METODOLOGÍA

El trabajo desarrollado fue de investigación aplicada, se llevó a cabo usando técnicas de revisión bibliográfica y de campo, a un nivel exploratorio, descriptivo, analítico y prospectivo; cuyos objetivos se cumplieron de la siguiente manera:

1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Inventariar macroinvertebrados existentes en 8 bofedales de la Reserva de Protección de Fauna Chimborazo (RPFCH).

Se efectuó mediante la siguiente secuencia de actividades:

a. Georreferenciación

El proceso se ejecutó en los 8 bofedales de la reserva (Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI, Puente Ayora BNI, Lazabanza BNI, Cónдор Samana BI, Portal Andino AI, Los Hieleros ANI y Pachancho BI), mediante el uso de un GPS GARMIN OREGON 650.

b. Caracterización

Se tomó datos relevantes de los 8 bofedales, cuyos datos específicos se detallaron en una matriz, como se muestra a continuación

Tabla VI-7. Aspectos a considerar para la caracterización de 8 bofedales de la RPFCH.

CARACTERÍSTICAS DE BOFEDALES	la unidad hidrográfica Nombre del bofedal
Rango altitudinal	
Estado	
Tipo de Bodefal	
Extensión	
Provincia	
Cantón	
Latitud	
Longitud	
Altura	
Ecosistema	

Nota: Trabajo de campo, 2019.

c. Muestreo

Se optó como punto de muestreo el final del cauce de cada bofedal en estudio, debido a que, inicialmente se hizo un muestreo en tres partes del bobedal (bajo-medio-alto) de acuerdo a la altitud, pero al final no se vio diferencia de datos entre los puntos.

Posteriormente se midió el pH y la Temperatura, para lo cual se utilizó un phchímetro portátil (PC-PH22) y un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04) respectivamente.

Una vez tomado los datos y establecido el punto de muestreo de cada bofedal, se procedió a la recolección de macroinvertebrados, considerando dos tipos de muestreo: Red de Surber y Captura Directa, tomando en cuenta los lineamientos de (Iannacone, Mansilla, & Ventura, 2003; Ramírez, 2010; Walteros, Rojas, & Marulanda, 2016; Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014) los cuales consisten en:

Red de surber: consiste en colocar la red al fondo del agua en contra corriente y se procede rasgar el área que contiene el equipo (30x30 cm²), aquí todos los organismos son atrapados por la malla (500 µm). Seguidamente se vacía el material colectado en bandejas blancas de plástico, para luego llevar a cabo el proceso de disgregación, éste consiste en pasar en una torre de tamices de luz de 2cm, 0,5 cm y 0.5mm donde todos los sedimentos son separados de macrobentos. Finalmente, los organismos son colocados en viales de plástico debidamente etiquetados con alcohol etílico al 70%. Para este método de recolección cuantitativa se establecieron tres puntos aleatorios para los lances de la Red de Surber (3 lances).

Captura directa: éste proceso consiste en remover piedras, levantar ramas/troncos sumergidas en el bofedal y macrófitas, se determinó un esfuerzo de muestreo de 5 personas, quienes remueven todo lo existente al fondo del bofedal; es decir se hace una búsqueda total de macrobentos tan solo con la ayuda de una pinza entomológica por un tiempo estimado de 1 hora. Los individuos conseguidos son colocados en viales de plástico con alcohol Etílico al 70% debidamente etiquetado. Para éste método cualitativo se optó los últimos 100m del bofedal como zona de muestreo.

Todas las muestras fueron transportadas al laboratorio de entomología de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH, en el cual se dio el proceso de análisis e identificación.

d. Análisis e Identificación

Los ejemplares de cada bofedal fueron analizados con la ayuda de un estereomicroscopio LEICA MC1090, pues ahí se observó todos los detalles del individuo, lo cual permitió identificar y separar a las diferentes familias encontradas. Además, se fotografió cada individuo con una cámara LEICA MC 1090. Posteriormente los macroinvertebrados se colocaron en tubos eppendorf de 5ml con alcohol metílico al 70% con su respectiva etiqueta interna y externa.

Las claves de identificación de macroinvertebrados utilizados en el laboratorio fueron: (Guía para el estudio de macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia Roldán (2003); Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro de la Confederación Hidrográfica del Ebro (2009); Encyclopedia of South American Aquatic Insects de Heckman (2003); Guide to Aquatic Invertebrates of the Upper Midwest de Bouchard (2004). También se recurrió al uso de portales web para identificación de macroinvertebrados como: www.Bold System.com.

A partir de los datos obtenidos se creó una base de datos en un libro de Excel para su posterior análisis.

Finalmente, se elaboró una ficha técnica por familia, que constituyen: la descripción de la familia, nivel taxonómico, hábito, grupo trófico funcional y registro fotográfico (vista dorsal, ventral, lateral).

2. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Analizar los indicadores fisicoquímicos del agua en la zona de estudio.

Se tomaron 2 muestras de agua en cada punto de muestreo, las cuales fueron recolectadas a un nivel superficial del caudal en envases de vidrio estéril de 1l, que fueron lavados previamente con agua del mismo bofedal. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluentes Industriales LASA (Acreditación N° SAE LEN 06-002)-Quito en cajas cooler con hielo, los parámetros físicos-químicos analizados en el laboratorio fueron:

- 1) Amonio (NH₄⁺)
- 2) Calcio (Ca)
- 3) Nitratos (NO₃⁻)
- 4) Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- 5) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)
- 6) Fósforo total (P)
- 7) Dureza total (DT)
- 8) Conductividad (λ)
- 9) Sólidos totales suspendidos (STD)
- 10) Magnesio (Mg)
- 11) Nitritos (NO₂⁻)
- 12) Oxígeno disuelto (OD)
- 13) Turbidez (TU)
- 14) Coliformes fecales (CF)(microbiológico)
- 15) Sulfatos (SO₄²⁻).

Algunos datos fueron tomados *In situ* fueron: el pH a través del pehachímetro (PC-PH22), temperatura del agua mediante un termómetro portátil y el oxígeno disuelto con un oxímetro portátil (HANNA HI9146-04). Los procesos de toma, conservación y análisis de las muestras se llevaron a cabo, mediante la metodología establecida por Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de (APHA, 2005).

Para ver la permisibilidad del agua de los bofedales para los diferentes usos, se tomó en cuenta los parámetros analizados, los mismos que fueron seleccionados en base al Texto Unificado de Legislación Secundaria, del Medio Ambiente (TULSMA), en su libro VI de Calidad de agua y se compararon con las tablas de: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces (tabla VI-10), Criterios de calidad de aguas de uso agrícola o de riego (tabla VI-10) y Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano doméstico (tabla VI-8) los cuales se detallan a continuación:

Tabla VI-8 Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico.

Parámetro	Expresado Como	Unidad	Límite máximo permisible
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
-----------	--------------------------------------	-----	-------

Nota: (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015)

Se entiende por agua de uso agrícola aquella utilizada para la irrigación de los diferentes cultivos y otras actividades complementarias, además se prohíbe el uso de aguas servidas para riego, exceptuándose las aguas servidas tratadas, los mismos que cumplan con los niveles de calidad establecidos en esta Norma (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015) .

Los criterios de calidad permisibles para las aguas destinadas a uso agrícola se presentan a continuación:

Tabla VI-9 Criterios de calidad de aguas para riego agrícola

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Película Visible	mg/l	Ausencia
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico	As	mg/l	0,1
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro	B	mg/l	0,75
Cadmio	Cd	mg/l	0,05
Cinc	Zn	mg/l	2,0
Cobalto	Co	mg/l	0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,2
Coliformes fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Cromo total	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Flúor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0
Huevos parásitos			Ausencia
Litio	Li	mg/l	2,5
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Materia flotante	Visible		Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,001
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,5
Oxígeno Disuelto	O.D.	mg/l	3 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH	Unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	5,0
Selenio	Se	mg/l	0,02
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	250
Temperatura		C°	Condición natural
Vanadio	V	mg/l	0,1

Nota: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2015).

Según el Ministerio del Ambiente de Ecuador (2015), se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los diferentes ecosistemas asociados, sin causar modificaciones en ellos, así también para aquellas actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de las especies bioacuáticas.

Los criterios de calidad permisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces se presentan a continuación:

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

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible
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
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

Nota: (Ministerio del Ambiente de Ecuador, 2015).

Posterior a esto, utilizando los resultados obtenidos, se determinó el Índice de Calidad de Agua (ICA), propuesto por la National Sanitation Foundation (1970), basado en la estructura del índice de Horton (indicador de la forma del hidrograma unitario de una cuenca hidrográfica) y el método Delphi (toma en cuenta la incertidumbre para definir los parámetros fisicoquímicos), para definir pesos ponderados, subíndices, y su clasificación a ser empleados en el cálculo) (Torres, Patricia; Cruz, Hernan; Patiño, Paola, 2009). El uso de este Índice es considerado principalmente para consumo humano, por tal razón tiene en cuenta 9 parámetros que son:

- 1) Oxígeno disuelto
- 2) Coliformes fecales
- 3) pH
- 4) DQO
- 5) Temperatura del agua
- 6) Fosforo total
- 7) Nitratos
- 8) Turbiedad
- 9) Sólidos totales.

La asignación de pesos ponderados para cada parámetro (tabla VI-11) tiene relación con la importancia del uso que se le da al agua y la incidencia de cada variable en el índice, siendo los de mayor relevancia los coliformes fecales y el oxígeno disuelto (Viteri, Miguel, 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 (valor mejorado tenido por medio del valor polinómico) para cada parámetro y luego se realiza la sumatoria sacando el valor ponderado (Aguirre, Vanegas, & García, 2016). Luego de determinar el valor numérico se estableció la categorización específica (tabla VI-11), finalmente se analizó su calidad en base a la escala de valores que presenta el ICA-NFS Curtis (Zalazar, Elizabeth, & Oviedo, 2016).

Tabla VI-11: Pesos ponderados de los parámetros para el cálculo del ICA-NFS

Calculo Global del Índice de Calidad de Agua		
Parámetros	Unidades	Peso
PH		0,11
Cambio de temperatura	C°	0,10

D.B.O5 demanda bioquímica de oxígeno	<i>mg/l</i>	0,11
Fósforo total	<i>mg/l</i>	0,10
Turbidez	<i>mg/l</i>	0,08
N-Nitratos	<i>mg/l</i>	0,10
Oxígeno disuelto	<i>%</i>	0,17
Sólidos totales suspendidos	<i>mg/l</i>	0,07
Coliformes feclaes	<i>UFC/100ml</i>	0,16

Nota: (Oram, 2015).

Los criterios de la calidad del agua están dados por rangos, cuya escala se presenta a continuación:

Tabla VI-12-: Categorías del ICA-NFS

VALOR DEL ICA	CATEGORÍAS	ESCALA DE COLOR
91-100	Excelente	Azul
71-90	Buena	Verde
51-70	Mediana	Amarillo
26-50	Mala	Naranja
0-25	Muy mala	Rojo

Nota: (Oram, 2015)

3. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Determinar la calidad del agua de los bofedales a partir de los indicadores biológicos

A través de los resultados obtenidos en el inventario de macroinvertebrados recolectados en los bofedales de la RPFCH y en base a la propuesta de Alomía, Iannacone, Alvariano, & Ventura (2017) para la evaluación biológica de cuencas alto andinas, se aplicaron 3 Índices bióticos (EPT (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera), BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party, de Colombia) y ABI (Andean Biotic Index)), los cuales evalúan la sensibilidad de los organismos presentes en estos bofedales y a la vez dan valores y categorías de calidad de agua (Forrero, Adriana; Reinoso, Gladys, 2013), mismos que se detallan a continuación:

EPT.- Este Índice fue establecido por (Carrera & Karol, 2001), donde se usa los tres órdenes de macroinvertebrados (Ephemeroptera-Plecoptera-Trichoptera) los mismos que son buenos indicadores de calidad de agua por su sensibilidad a los contaminantes. Se valora la coincidencia de estos tres grupos frente a la abundancia total de todas las familias recolectadas (Alonso & Camargo, 2005). La ponderación a la muestra es clasificada en:

Tabla VI-13: Categorías del Índice EPT

VALOR EPT	CATEGORÍA	ESCALA DE COLOR
75-100	Muy buena	Azul

50-74	Buena	Verde
25-49	Regular	Amarillo
0-24	Mala	Naranja

Nota: (Carrera & Karol, 2001).

BMWP/Col.- El Índice Biological Monitoring Working Party adaptado a Colombia por Roldán (2003), consiste en evaluar 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 VI-14). La suma de la puntuación de cada familia encontrada en cada bofedal mostró el puntaje total BMWP/Col y asignó categorías cualitativas de agua (tabla VI-15) a cada bofedal (Meneses; Jaramillo, 2019).

Tabla VI-14: Puntajes de las familias de macroinvertebrados acuáticos para el índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003)

Familias	Puntajes
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hidridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, 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

Nota: (Roldán, 2012).

Las categorías del índice BMWP/COL se muestra a continuación:

Tabla VI-15: Categorías del Índice BMWP/Col adaptado por Roldan (2003)

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 contaminadas	fuertemente	Rojo
---	-------------	-----	-----------------------	-------------	------

Nota: (Roldán, 2012).

ABI. – El Andean Biotic Index (ABI) consiste en evaluar la calidad biológica de los ríos altos andinos (> 2000 msnm) a partir de macroinvertebrados. 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, José; Iannacone, Alberto; Alvariño, Lorena; Ventura, Karen, 2017). Para el cálculo de este Índice se utilizó la asignación de valores para cada familia de macroinvertebrados (figura VI-17) y las categorías de calidad de agua (tabla VI-16).

Tabla VI-16: Categorías del Índice Biótico Andino para Ecuador (ABI/Ecu) propuesta para Ecuador por Encalada, Rieradevall, Ríos, García, & Prat (2011).

ABI	CALIDAD	COLOR
>96	Muy buena	AZUL
59-96	Buena	VERDE
35-58	Regular	AMARILLO
<35	Mala	ROJO

Nota: (Encalada, Rieradevall, Ríos, García, & Prat, 2011).

A continuación se presenta la tabla de puntuación de las familias de macrobentos propuesta por el índice biológico ABI.

Tabla VI-17 Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para Ecuador.

ORDEN	FAMILIA	VALOR ABI
TURBELARIOS	<i>Planariidae</i>	5
HIRUDÍNEOS		3
OLIGOQUETOS		1
GASTRÓPODA	<i>Ancylidae</i>	6
	<i>Hydrobiidae</i>	3
	<i>Lymnaeidae</i>	3
	<i>Physidae</i>	3
	<i>Planorbidae</i>	3
VIVALVIA	<i>Sphaeriidae</i>	3
AMPHIPODA	<i>Hyallelidae</i>	6
OSTRACODA		3
HYDRACARINA		4

EFEMERÓPTERO	<i>Batedidae</i>	4
	<i>Leptophlebiidae</i>	10
	<i>Oligoneuriidae</i>	7
ODONATOS	<i>Aeshnidae</i>	10
	<i>Gomphidae</i>	6
	<i>Libellulidae</i>	8
	<i>Galopterygidae</i>	6
	<i>Coenagrionidae</i>	6
	<i>Polythoridae</i>	10
PLECÓPTEROS	<i>Gripopterygidae</i>	10
	<i>Perlidae</i>	10
HETERÓPTEROS	<i>Belostomatidae</i>	4
	<i>Corixidae</i>	5
	<i>Gerridae</i>	5
	<i>Naucoridae</i>	5
	<i>Notonectidae</i>	5
	<i>Veliidae</i>	5
LEPIDÓPTEROS	<i>Pyralidae</i>	4
COLEÓPTEROS	<i>Dryopidae</i>	5
	<i>Dytiscidae</i>	3
	<i>Elimidae</i>	5
	<i>Gyrinidae</i>	3
	<i>Hydraenidae</i>	5
	<i>hydrophilidae</i>	3
	<i>Ptilodactylidae</i>	5
	<i>Scirtidae</i>	5
TRICÓPTERA	<i>Anamalopsichida</i> <i>e</i>	10
	<i>Calamoceratidae</i>	10
	<i>Glossosomatidae</i>	7
	<i>Helicopsychidae</i>	10
	<i>Hydrobiosidae</i>	8
	<i>Hydropsychidae</i>	5
	<i>Hidroptilidae</i>	6
	<i>Leptoceridae</i>	8
	<i>Limnephilidae</i>	7
	<i>Odontoceridae</i>	10
	<i>Philopotamidae</i>	8
	<i>Polycentropodae</i> <i>dae</i>	8
	DÍPTEROS	<i>Ceratopogonidae</i>
<i>Chironomidae</i>		2
<i>Empididae</i>		4
<i>Tipulidae</i>		5
<i>Psychodidae</i>		2
<i>Simuliidae</i>		5

<i>Stratiomyidae</i>	4
<i>Syrphidae</i>	1
<i>Tabanidae</i>	4
<i>Psychodidae</i>	2
<i>Simuliidae</i>	5

Nota: (Encalada, Rieradevall, Ríos, García, & Prat, 2011)

Luego de calcular los Índices biológicos (EPT, ABI/Ecu y BMWP/Col), se hizo una tabla comparativa en cada uno de los bofedales, mostrando de esta manera las semejanzas de nivel de sensibilidad que tienen los organismos, encontrados en los bofedales en estudio (Alomía, José; Iannacone, Alberto; Alvaríño, Lorena; Ventura, Karen, 2017).

-Índice adaptado para los bofedales de la RPFCH (IA).-Para calcular este índice se tomó como referencia los resultados totales de los índices biológicos EPT, ABI y BMWP/Col por bofedal. Este evalúa la presencia y ausencia de familias de macroinvertebrados, el número de individuos por cada una y las afectaciones morfológicas que estos sufren por el impacto de los niveles de contaminación presentes en el cuerpo de agua en cada bofedal. Ya realizada la comparación de los criterios anteriormente mencionados se acomoda el puntaje de las familias (1 más tolerante, 10 más sensible) (Sánchez M. , El índice biológico BMWP (Biological Monitoring Working Party score), modificado y adaptado al cauce principal del río pamplonita norte de Santander, 2005) dando como resultado el Índice Adaptado para los bofedales de la RPFCH. Posteriormente, basados en el Índice BMWP/Col se determina el grado de contaminación de todos los sitios en estudio, pues se consideró las siguientes categorías:

4. Para el cumplimiento del tercer objetivo: Analizar estadísticamente los indicadores biológicos y físico-químicos.

Con los datos obtenidos de los índice bióticos y fisicoquímicos aplicados en los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo y siguiendo la metodología de (Meza A. , Rubio, Dias, & Walteros, 2012) se compararon los diferentes índices bióticos de macroinvertebrados (BMWP,ABI,EPT,Adaptado) y el índice calidad de agua (ICA) que contempla parámetros fisicoquímicos a través de un análisis de cluster o dendrogramas por medio de la prueba de similitud Bray Curtis, y con la ayuda del programa Primer 5.

Por otra parte se realizó el análisis de componentes principales (PCA en inglés), utilizando el software Minitab versión 15, con el fin de ver la influencia de los parámetros físico-químicos sobre la abundancia de macrobentos muestreados en los bofedales de la RPFCH, así también de los diferentes índices de la calidad del agua, para ello se empleó una matriz de datos con los sitios de estudio y sus parámetros físico-químicos registrados in situ así como otras determinadas, a través del análisis del agua (Machado, Granda, & Endara, 2018).

Para suprimir el efecto de las diferentes escalas de los datos a ser analizados se realizó una transformación logarítmica: $X=\log(x+1)$ (Rico, Ridríguez, López, & Sedeño, 2014)

5. Comprobación de la hipótesis

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante la prueba paramétrica de Shapiro Wilk, lo cual permite contrastar la hipótesis utilizando el estadístico z.

1) Planteamiento de hipótesis

Para el planteamiento de las hipótesis se tomó en consideración hipótesis: de independenciam, es decir:

Hipótesis Nula: La proporción de bofedales que poseen un índice de calidad excelente es menor o igual a 0,374

Hipótesis alternativa: La proporción de bofedales que poseen un índice de calidad excelente es mayor a 0,374

$$\mathbf{H_0: } p \leq 0,374$$

$$\mathbf{H_1: } p > 0,374$$

2) Estadístico de prueba y cálculo del valor p

El estadístico de prueba se calculó a partir de los datos de la muestra a través de la siguiente fórmula:

$$z_0 = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}}$$

Donde:

$\hat{p} = \frac{x}{n}$ proporción estimada de bofedales que cumplen con la característica de excelente

$p_0 = 0,374$ proporción hipotética

$x=0$ número de bofedales que cumplen con la característica de excelente

$n =8$ número de bofedales

$q_0 = 1- p_0 = 0,626$

Valor p

El valor p se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$P(Z > z_0) = P(Z > -2,19) = 0,986$$

3) Regla de decisión

Si el valor p es menor o igual que alfa se rechaza la hipótesis nula

4) Decisión y conclusión

A partir del valor p obtenido en la prueba z, se toma la decisión de no rechazar o rechazar H_0 , considerando el valor alfa.

VII. RESULTADOS

A. INVENTARIAR MACROINVERTEBRADOS EXISTENTES EN 8 BOFEDALES DE LA RESERVA DE PRODUCCIÓN DE FAUNA CHIMBORAZO (RPFCH).

1. Caracterización de 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo.

La caracterización de los bofedales identificados en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es necesaria porque, permite una breve visualización de los sitios donde se realizó la recolección de muestras de macrobentos (Tabla VII-18).

Tabla VII-18. Caracterización de 8 bofedales de la RPFCH

CARACTERÍSTICAS DE BOFEDALES	la unidad hidrográfica Río Chimbo				la unidad hidrográfica Río Chambo			la unidad hidrográfica Río Pastaza
	Pachancho BI	Puente Ayora ANI	Puente Ayora AI	Puente Ayora BNI	Cóndor Samana BI	Portal Andino AI	Los Hieleros ANI	Lazabanza BNI
Rango altitudinal	Bajo	Alto	Alto	Bajo	Bajo	Alto	Alto	Bajo
Estado	Intervenido	No Intervenido	Intervenido	No Intervenido	Intervenido	Intervenido	No Intervenido	No Intervenido
Extensión	10.41 Ha	13.80 Ha	13.85 Ha	0.33 Ha	24.48 Ha	11.42 Ha	30.65 Ha	30.12 Ha
Provincia	Bolívar	Bolívar	Bolívar	Bolívar	Tungurahua	Chimborazo	Chimborazo	Tungurahua
Cantón	Guaranda	Guaranda	Guaranda	Guaranda	Mocha	Guano	Guano	Ambato
Latitud	728315	728478	728013	726486	71109	750019	745741	746734
Longitud	9847854	9841941	9841127	9839401	9839489	9837891	9833916	9850338
Altura	3954msnm	4026msnm	3944 msnm	3756msnm	3742 msnm	4007msnm	4306 msnm	3926 msnm
Ecosistema	Herbazal y arbustal siempre verde subnival páramo.	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	Arbustal siempre verde y herbazal del páramo	Herbazal húmedo montano alto superior páramo	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo y Herbazal del Páramo	Herbazal y arbustal siempre verde subnival del páramo	Herbazal húmedo subnival páramo

Nota: Trabajo de campo, 2019.

2. Inventario de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales e la RPFCH.

Las condiciones climáticas durante el muestreo de macroinvertebrados en los bofedales no fueron favorables, ya que había presencia de lluvia, neblina y viento, en todos los bofedales se evidenció intervención antrópica, pues se pudo ver la presencia de carga ganadera entre ovinos, equinos y vacunos; además el crecimiento de la frontera agrícola en los bofedal Portal Andino y Lazabanza era notable. Por otro lado, en cuanto a los parámetros físicos que se tomaron en campo previo a la recolección de macrobentos fueron: temperatura, pH y profundidad, cuyos valores variaron de acuerdo al bofedal (ver tabla VII-39).

A continuación, se detalla la lista de macroinvertebrados bentónicos que fueron recolectados de manera cualitativa y cuantitativa en cada uno de los bofedales de la RPFCH.

Tabla VII-19. Inventario de macroinvertebrados recolectados en 8 bofedales de la RPFC

	Pachancho BI			Puente Ayora BNI			P. Ayora AI			Puente Ayora ANI			Cóndor Samana BI			Lazabanza BNI			Portal Andino AI			Los Hileros ANI		
	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M	Surber	C. Directa	E.M
<i>Dugesiidae</i>	5	8	13	49	22	71	10	19	29	0	13	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Chordodidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	3	-	-	-
<i>Tubificidae</i>	-	-	-	1	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	0	7	-	-	-
<i>Glossiphoniidae</i>	0	7	7	3	12	15	0	1	1	0	56	56	3	0	3	0	3	3	-	-	-	-	-	-
<i>Lymnaeidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	3	-	-	-	-	-	-
<i>Sphaeriidae</i>	1	7	8	-	-	-	0	10	10	3	47	50	5	2	7	5	10	15	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalellidae</i>	217	535	752	11	15	26	379	363	742	327	952	1279	251	254	480	71	235	306	2	0	2	-	-	-
<i>Isotomidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1
<i>Baetidae</i>	-	-	-	14	11	15	-	-	-	-	-	-	6	11	17	0	4	4	-	-	-	-	-	-
<i>Ptilodactylidae</i>	-	-	-	1	0	1	-	-	-	-	-	-	7	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scirtidae</i>	3	1	4	2	21	23	-	-	-	0	4	4	0	7	7	-	-	-	2	0	2	-	-	-
<i>Limnephilidae</i>	-	-	-	18	27	45	-	-	-	-	-	-	0	2	2	-	-	-	0	4	4	0	1	1
<i>Ceratopogonidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	82	123	-	-	-
<i>Chironomidae</i>	-	-	-	-	-	-	3	0	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Muscidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	2	2
<i>Sciomyzidae</i>	-	-	-	-	-	-	49	15	64	-	-	-	-	-	-	0	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Simuliidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	19	25	57	62	119	2	305	307	-	-	-	6	3	9
<i>Tabanidae</i>	-	-	101	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tipulidae</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	23	36	-	-	-
<i>s/i</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1
Abundancia	230	555		99	108	207	441	408	849	336	1094	1430	304	339	643	78	561	639	65	112	177	6	8	14
Riqueza	5	5	6	8	6	8	4	5	6	3	7	7	6	7	8	3	7	7	5	4	7	1	4	5

Nota: Trabajo de campo, 2019.

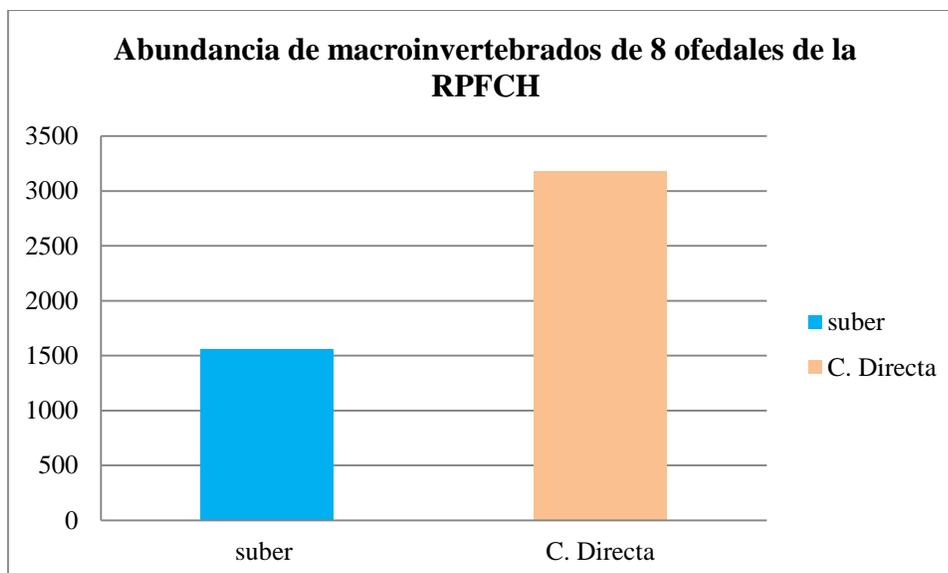


Figura VII-2 Relación de abundancia de macroinvertebrados entre el método captura directa y Surber en los bofedales de la RPFCH
 Nota: Trabajo de campo, 2019.

Las muestras de macroinvertebrados recolectados en los bofedales de la RPFCH, mediante el método Red de Surber (recolección cuantitativa), presentaron una abundancia de 1559 individuos, en tanto que, a través del método de captura directa (recolección cualitativa), detallaron una abundancia de 3185 individuos. En la mayoría de los bofedales la recolección cualitativa obtuvo números superiores tanto en riqueza como en abundancia frente a la recolección cuantitativa, lo que evidencia que es efectivo el uso del método de recolección directa para obtener más especies, además, la preferencia de hábitat para el desarrollo de los macrobentos, en la superficial de los bofedales (Figura VII-19).

En la Tabla VII-19 se observa que los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo cuentan con una riqueza de 20 familias de las cuales las familias que presenta dominancia son dos: *Hyaellidae* y *Simulidae*, al mismo tiempo se observa la superioridad por individuos que posee el método de recolección cualitativa (Captura directa), frente al método de recolección cuantitativa (Red de Surber).

Tabla VII-20 Totalidad de macroinvertebrados registrados en los 8 bofedales de la RPFCH.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	Pachancho	Ppuente	Ppuente	Ppuente	Cóndor	Lazabanza	Portal	Los hieleros	Total
			BI	Ayora BNI	Ayora BI	Ayora ANI	Samana BI	BNI	Andino AI	ANI	
Turbellaria	Tricladida	<i>DugesIIDae</i>	13	71	29	13	0	0	0	0	126
Oligochaeta	Gordioidea	<i>Chordodidae</i>	0	0	0	0	0	0	7	0	7
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Tubificidae</i>	0	1	0	0	0	0	2	0	3
Hirudinea	Glossiphoniiformes	<i>Glossiphoniidae</i>	7	15	1	56	3	3	0	0	85
GasTropoda	Basommatophora	<i>Lymnaeidae</i>	0	0	0	0	0	3	0	0	3
Bivalvia	Veneroida	<i>Sphaeriidae</i>	8	0	10	50	7	15	0	0	90
MalaCostraca	Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	752	26	742	1279	480	306	2	0	3587
Insecta	Collembola	<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Insecta	Ephemeroptera	<i>Baetidae</i>	0	25	0	0	17	4	0	0	46
Insecta	Coleoptera	<i>Ptilodactylidae</i>	0	1	0	0	8	0	0	0	9
Insecta	Coleoptera	<i>Scirtidae (Helodidae)</i>	4	23	0	4	7	0	4	0	42
Insecta	Trichóptera	<i>Limnephilidae</i>	0	45	0	0	2	0	123	1	171
Insecta	Díptera	<i>Ceratopogonidae</i>	0	3	0	0	0	0	36	0	39
Insecta	Díptera	<i>Chironomidae</i>	0	7	3	0	0	0	0	0	10
Insecta	Díptera	<i>Muscidae</i>	0	0	0	3	0	0	0	2	5
Insecta	Díptera	<i>Sciomyzidae</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	3
Insecta	Díptera	<i>Simuliidae</i>	0	0	64	25	119	307	0	9	524
Insecta	Díptera	<i>Tabanidae</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Insecta	Díptera	<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0	3
		<i>s/i</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Abundancia			785	220	849	1430	643	638	177	15	4757
Riqueza			6	11	6	7	8	6	7	5	20

Nota: Trabajo de campo, 2019

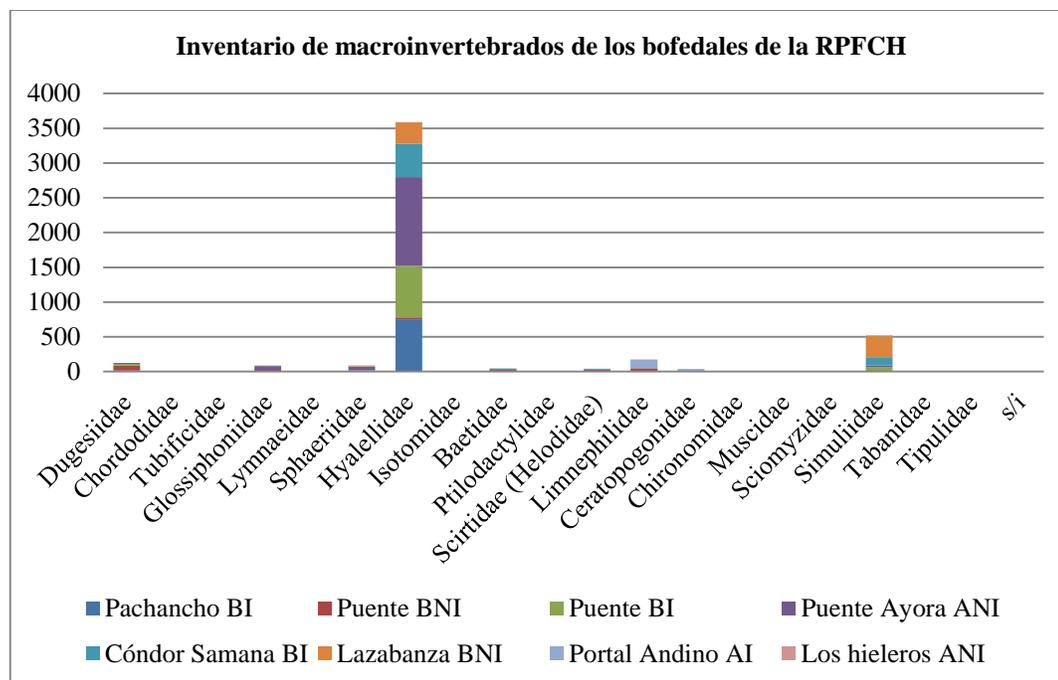


Figura VII-3. Relación riqueza y abundancia de los 8 Bofedales de la RPFCh.
Nota: Trabajo de campo, 2019

Al concluir el análisis de todas las muestras de macrobentos que fueron recolectados en 8 bofedales de la RPFCH, se obtuvieron datos generales que detalla una abundancia de 4757 individuos con una riqueza de 20 familias, de las cuales se lograron identificar 19 familias de 20 (tabla VII-20), por otro lado el bofedal que muestra mayor riqueza es Puente Ayora BNI, sin embargo el bofedal que indica mayor abundancia es Puente Ayora ANI, esto quiere decir que éstos dos bofedales presenta mejores condiciones para el desarrollo de macrobentos (Figura VII-3).

3. Descripción de familias de macroinvertebrados de la RPFCH.

Las fichas que describen a las familias de macroinvertebrados bentónicos de la RPFCH se presentan a continuación:

Tabla VII-21 Descripción de la familia *Dugessidae*

FAMILIA DUGESSIDAE

Clase: Turbellaria

Orden: Trycladida

Descripción: Son especies de hasta 13 x 3mm. Su coloración dorsal es café claro con manchas café oscuro. Presenta franja conspicua café claro a lo largo de la línea media de su cuerpo. Su región ventral es café pálido, el cuerpo presenta apariencia robusta y en toda su extensión se observan numerosas células glandulares con núcleos eritrófilos (Muñoz & Vélez, 2007), faringe plegada. Cabeza con forma triangular (lanceolada o espatulada), sin tentáculos y con dos ojos (Jucar).

Hábitos: la reproducción es sexual por formación de capullo (cápsula de huevo) y asexualmente mediante fisión (Kawakatsu & Mitchell, 2012). Las planarias viven en su mayoría en intersticios del material vivo y no vivo del agua. Papila peneal con pliegues laterales; bulbo peneal altamente muscular; vasos deferentes y vesículas seminales medianamente desarrollados; 2 cámaras bulbares muy características; testículos ventrales por toda la extensión del animal; una gran bolsa copuladora sacciforme; oviductos entrando dorso-ventralmente al canal de la bolsa copuladora, interrumpiendo su direccionalidad abruptamente (Muñoz & Vélez, 2007).

Grupo trófico funcional: Predadores (Hamrsky, 2018)

Puntuación: ABI - BMWP/COL - Adaptado

5

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019

Tabla VII-22 Descripción de la familia *Tubificidae***FAMILIA TUBIFICIDAE****Clase:** Oligochaeta**Orden:** Haplotaxidae

Descripción: Miden de 3 a 5 cm en estado adulto, aunque hay casos en el que sobrepasa los 8 cm de largo su grosor, no es mucho, apenas unos milímetros (Contreras, 2014). La parte corporal se compone de segmentos, alineados en serie a lo largo. El número de segmentos varía, por lo general esta especie está compuesta por 200. En cada segmento se encuentran setas, estructuras similares a pelos, rígidas y pequeñas que sirven como agarres externos para la locomoción (Bembow, 2009).

Hábitos: Son organismo que se encuentra mayoritariamente en guas ricas en materia orgánica, pero son muy sensibles a la contaminación química. La mayoría de ésta familias pueden vivir en condiciones de anoxia, lo que hace no se les considere útiles como indicadores de alta calidad (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009). Presenta dos estrategias reproductivas: asexual (la que en muchos casos se produce mediante una fisión transversa) y sexual, siendo la primera la más común en condiciones ambientales favorables y provocando un rápido crecimiento poblacional. La segunda estrategia, en cambio, es utilizada comúnmente en condiciones no favorables (Armendáriz, 2008).

Grupo trófico funcional: Colector-Recolector (Cummins *et al.*, 2005).

Puntuación: ABI 1 BMWP/COL 1 Adaptado 1

Ubicación geográfica**Vista dorsal****Vista Lateral****Vista Ventral**

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-23 Descripción de la familia *Glossiphoniidae*

FAMILIA GLOSSIPHONIIDAE

Clase: Hirudinea

Orden: Glossiphoniiformes

Descripción: Presenta cuerpo aplanado dorso ventralmente una cabeza delgada; huevos en capullos membranosos y jóvenes incubados en la superficie ventral del progenitor; además presenta de 1ª 4 pares de ojos; sin manchas oculiformes en la ventosa posterior (Thorp & Rogers, 2016).

Posee 34 segmentos con presencia de una ventosa anterior que rodea la boca y otra posterior o caudal, las cuales utiliza para fijarse fuertemente al sustrato (Gullo, 2014).

Hábitos: Son organismo que se encuentra concentrados en vegetación sumergida y son escasos a grandes profundidades debido a la falta de vegetación y nutrientes. Sus limitaciones en el ambiente son: disponibilidad de nutrientes, naturaleza del sustrato, profundidad del agua, corriente tamaño y naturaleza del cuerpo de agua, dureza, pH, temperatura, mínima concentración de oxígeno disuelto, turbidez y salinidad. (Gullo, 2014).

Grupo trófico funcional: Predador (Cummins, Merrit, & Andrade, 2005).

Puntuación: ABI BMWP/COL Adaptado

3

3

4

Ubicación geográfica



Vista dorsal



2 mm

Vista Lateral



2 mm

Vista Ventral



2 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-24 Descripción de la familia *Lymnaeidae*

FAMILIA LYMNAEIDAE

Clase: Gastropoda

Orden: Basommatophora

Descripción: Son especies de 5-9 x 2-4.5 mm de tamaño de color claro, amarillenta o de tonos cuerno, pardusca. Tiene entre 5 y 6 vueltas de espiral separadas. Además presenta una ornamentación a base de densas estrías regularmente dispuestas (Asturnatura, 2012). Presenta una concha cónica dextrógira (Roldán, 1996). Apertura ovalada, con una altura menos de la mitad de la altura de la concha, con el margen anchamente reflejo en la parte de la columbela (Asturnatura, 2012). Despliega un canal entre el labio interno y la espiral claramente visible en el cuerpo (Brown & Lydeard, 2010).

Hábitos: Los miembros de esta familia viven en bosques pantanosos y prados húmedos. También aparece sobre plantas acuáticas y rocas de pequeños cursos de agua, como pequeños arroyos, pero también en depósitos de aguas artificiales, como lavaderos (Asturnatura, 2012). Son especies resistentes a todo tipo de agua y resisten cierto grado de contaminación (Roldán, 1996). Son hermafroditas, con hábitos anfibios, están en las márgenes húmedas de la vegetación (Javitt, y otros, 2012).

Grupo trófico funcional: Raspador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 3 BMWP/COL 4 Adaptado 4

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-25 Descripción de la familia *Sphaeriidae*

FAMILIA SPHAERIIDAE

Clase: Bivalvia

Orden: Veneroida

Descripción: Posee valvas frágiles y pequeñas (menos de 10 mm). Tiene forma redonda-ovalada (Soria, 2016). La parte externa de la valva es más trapezoidal que cuadrangular con un margen dorsal muy extendido y tan largo como el ventral; levemente arqueado o recto y truncado en la región media, justo por debajo del umbo. El margen dorsal está conectado con los márgenes anterior y posterior por pronunciados ángulos. El extremo posterior truncado, ligeramente oblicuo y casi recto (Sobarzo, Jara, Peredo, & Parada, 2002). Dientes laterales anteriores y posteriores presentes en el interior de las válvulas. Muestra una cáscara externa lisa o con estrías finas y concéntricas (Thorp & Rogers, 2016).

Hábitos: Algunos miembros de esta familia viven en los sustratos blandos en ríos, arroyos o lagunas. Otras especies se adhieren a superficies duras como piedras. Son hermafrodita de tipo simultáneo y presentan algún tipo de protección de los embriones en desarrollo (Soria, 2016), pues su reproducción es ovovivípara y vivípara, transportan los embriones durante el invierno y los liberan a fines de la primavera o principios del verano y tienen capacidad para la fertilización y el nacimiento durante todo el año (Cummings & Graf, 2015).

Grupo trófico funcional: Colector-Filtrador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI BMWP/COL Adaptado

3 4 5

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-26 Descripción de la familia *Hyaellidae***FAMILIA HYALELLIDAE****Clase:** Insecta**Orden:** Amphipoda

Descripción: Presenta un cuerpo comprimido lateralmente, telson no fusionado al último somito abdominal, apéndices branquiales unidos a los apéndices torácicos, 3 pares de pleópodos y con ramas multiarticuladas, 3 pares de urópodos con 1 o 2 artejos, sin palpo mandibular, antena sin flagelo accesorio, tercer urópodo muy reducido unirramoso, ojos presentes (Fernandez & Dominguez, 2001).

Hábitos: Los anfípodos habitan tanto en aguas superficiales como subterráneas, tienen diferentes hábitos alimenticios pueden ser carnívoros, detritívoros u omnívoros, en el continente sudamericano la familia Hyaellidae está representado por el género Hyaella, el cual ha sido estudiado recientemente desde un punto de vista taxonómico, los anfípodos de agua dulce cumplen un importante rol en los ecosistemas ya que son también la fuente de alimento de otros organismos tales como aves, peces y macro invertebrados, permitiendo la transferencia de energía desde las plantas hacia altos niveles tróficos (Fernandez & Dominguez, 2001). La reproducción singámica es la regla, pero los machos son a menudo escasos (César, Armendáriz, Becerra, & Liberto, 2004)

Grupo trófico funcional: Fragmentadores (Cummins, Merrit, & Andrade, 2005).

Puntuación: ABI 6 BMWP/COL 7 Adaptado 5

Ubicación geográfica**Vista dorsal**

1 mm

Vista Lateral

1 mm

Vista Ventral

1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-27 Descripción de la familia *Baetidae*

FAMILIA BAETIDAE

Clase: Insecta

Orden: Ephemeroptera

Descripción: Los miembros de esta familia tienen un tamaño variable de 2,0 a 22,0 mm. Presenta Cabeza hipognata, antenas cortas, ojos compuestos y ocelos laterales. Patas con tarsos de tres artejos. Tienen una forma hidrodinámica con abdomen plano. De color amarillo a amarillo parduzco (CORTOLIMA, 2008). Sus cuerpos son delgados y branquias como láminas en la zona abdominal en segmentos de 1 a 5; tienen un filamento terminal menos de un cuarto del largo de los cercos; y tergitos abdominales con proyecciones o tubérculos dorsales (Wheaton, 1987).

Hábitos: la característica sobresaliente en los machos de esta familia es que poseen ojos altamente desarrollados para reconocer visualmente a las hembras, los cuales se pueden apreciar inclusive en las ninfas maduras. En las ninfas la mayor parte de la respiración lo hace mediante la piel. Se alimentan de las diferentes variedades de algas y detritus. La mayoría viven en la superficie de piedras, arena o barro. Son tolerantes amplios a la temperatura y, hasta cierto punto, a la contaminación. En caso de las hembras adultas, se arrastran dentro del agua para pegar sus huevos a las piedras del fondo (Wheaton, 1987).

Grupo trófico funcional: Colectores-Recolectores (Cummins, Merrit, & Andrade, 2005).

Puntuación: ABI 4 BMWP/COL 7 Adaptado 7

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-28 Descripción de la familia *Scirtidae*

FAMILIA SCIRTIDAE

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Descripción: Presenta un cuerpo blando, con una longitud de 1,0 a 15,0 mm, ligeramente aplanados a muy convexos, casi subglobulares. El cuerpo tiene una coloración marrón amarillento. Existe variación de colores en cuanto a los patrones de contraste, pues ciertos taxones presentan manchas amarillas, y otros tienen un tono metálico. El cuerpo suele estar cubierto de pelos semi erectos, pero en raras ocasiones el dorso está desprovisto de sedación. Tienen antenas multisegmentadas y, a menudo, muy largas, que a veces superan la mitad de la longitud del cuerpo. (Tolweb, 2011).

Hábitos: Los Scirtidos adultos son terrestres se encuentran sobre la vegetación cercana a los cuerpos de agua, y son comunes en trampas de luz. Solamente las larvas son acuáticas son organismos que viven en hábitats lénticos, se alimentan de material vegetal en descomposición, son detritívoros y herbívoros; suelen pupar en el suelo o entre musgos; algunas especies pupan dentro del agua (Roldán, 1996).

Grupo trófico funcional: Raspador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 5 BMWP/COL 7 Adaptado 7

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-29 Descripción de la familia *Limnephilidae*

FAMILIA LIMNEPHILIDAE

Clase: Insecta

Orden: Trichóptera

Descripción: Los Limnephilidos en estado larvario presentan estuches tubulares de una gran variedad de materiales, mezclando piedritas y materia orgánica de hasta 25mm, poseen cuerno prosternal (Springer, 2010). Posee pronoto enteramente esclerotizado. Mesonoto con un par de escleritos dorsales que ocupan casi toda la superficie dorsal del segundo segmento torácico. Metanoto con seis plaquitas esclerotizadas, excepcionalmente dos. En el primer segmento abdominal presenta protuberancia dorsal, además dos laterales, utilizadas para sujetar el «canuto». Poseen traqueo branquias abdominales, exceptuando las larvas terrestres. Presencia de una placa esclerotizada de posición dorsal en el noveno segmento abdominal. La envoltura cilíndrica que posee es transportable o «canuto», construido con seda y, granos de arena, guijarritos, detritus, o fragmentos vegetales (Camargao & García, 1988).

Hábitos: Los Limnephilidae habitan en charcos, lagunas y ríos de zonas altas, por encima de los 2 000m (Springer, 2010). Se han observado larvas de Desmona que salen del agua por la noche para alimentarse de plantas costeras. Las larvas Limnephilidae usan materiales tanto vegetales como minerales en sus casos; la tendencia general en la familia es que las larvas en aguas corrientes frescas usan material rocoso, por otro lado, las que se encuentran en hábitats lénticos más cálidos usan material vegetal (Holzenthal, Blahnik, Prather, & Kjer, 2010).

Grupo trófico funcional: Fragmentador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 7 BMWP/COL - Adaptado 8

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-30 Descripción de la familia *Chironomidae*

FAMILIA CHIRONOMIDAE

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Descripción: Presentan una cápsula craneal completa no retráctil sobre el tórax, bien quitinizada, con estructuras sensoriales y un aparato bucal con estructuras de variada complejidad, mandíbulas oponible, poseen 12 segmentos en su cuerpo, los tres primeros torácicos constituirán el cefalotórax de la futura pupa., cuerpo generalmente provisto de setas o pelos ordenados en hilera, en mechones o irregularmente distribuidos, no poseen espiráculos funcionales y la respiración la realizan a través del tegumento, presentan un par de parápodos anteriores sobre el primer segmento torácico y un par de parápodos posteriores en el último segmento (Roldán, 1996).

Hábitos: Se encuentran dispersos en todo tipo de ambientes dulceacuícolas y algunos hábitats semiacuáticos y marinos del mundo. Su presencia contribuye a la buena salud de los ecosistemas, debido a que son consumidores importantes de materia orgánica; detritos, restos en descomposición de plantas, algas y animales, y además, enriquecen la dieta de los peces, crustáceos, odonatos, coleópteros y hemípteros que se alimentan de ellos (Sotelo, Leví, & Rodríguez, 2014). Existen especies que viven en tubos de detritus, otras que excavan galerías y otras de vida libre (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009) .

Grupo trófico funcional: Colector-Recolector (SAFIT, 2003) (Cummins *et al.*, 2005).

Puntuación: ABI 2 BMWP/COL 2 Adaptado 3

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-31 Descripción de la familia *Muscidae*

FAMILIA MUSCIDAE

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Descripción: Las especies de esta familia presentan un cuerpo robusto a delgado y de tamaño pequeño a grande (2-14 mm). Presentan coloración variada, desde gris, negro o amarillo a azul o verde metálico. Ciertos machos son holópticos; es decir poseen una frente estrecha y las placas frontoorbitales contiguas, pero hay otros machos dicópticos (con la frente ancha). La hembra es siempre dicóptica, con o sin cerda interfrontal. En ambos sexos presenta la arista es desnuda, pubescente o largamente plumosa y las vibrisas generalmente fuertes y acompañadas de cerdas menores (Perez & Wolff, 2011).

Hábitos: Los múscidos habitan en regiones muy áridas o regiones extremadamente frías como por ejemplo en picos nevados de alta montaña, pero son relativamente comunes en regiones de altitud, donde cumplen una importante función como polinizadores y visitantes florales, Las larvas se encuentran presentes en madrigueras de mamíferos, nidos de aves, pantanos y corrientes de agua (Perez & Wolff, 2011), por otro lado, también se encuentran en material orgánico en descomposición de origen vegetal más frecuentemente, pueden ser saprófagas, predadoras (CORTOLIMA, 2008).

Grupo trófico funcional: Predador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 2 BMWP/COL 2 Adaptado 3

Ubicación geográfica



1 mm

Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



1 mm

1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-32 Descripción de la familia *Simuliidae*

FAMILIA SIMULIIDAE

Clase: Insecta

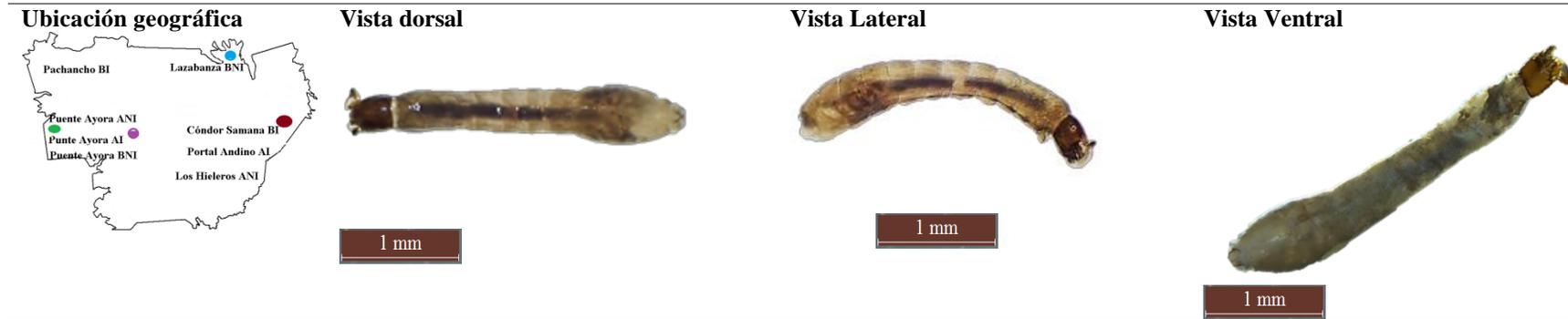
Orden: Díptera

Descripción: El tamaño de los simuliidos varia de 3.0 a 15.0mm; posee una cabeza esclerotizada con manchas dorsales oscuras, pro pata torácica con pequeños dientes. Prolongaciones presentes en segmentos anteriores y posteriormente con un disco adhesivo, larva apneústica (Roldán, 1996). La coloración corporal es habana con pigmentación jaspeada verde oliva, con zonas dispersas color sepia. Tegumento del cuerpo glabro. Escotadura gular bastante angosta y profunda, mandíbulas con dos dientes marginales. Esclerito anal con 79 a 84 filas, cada una con 14 a 16 ganchos. Branquias anales con tres ramas primarias con ramas secundarias. Escamas rectales presentes (Muños, Bueno, & Moncada, 1984).

Hábitos: Los miembros de esta familia habitan en aguas corrientes muy oxigenadas, en rocas y troncos, se encuentran desde el nivel del mar hasta aproximadamente 5000 m de altitud en el Neotrópico. Las larvas se alimentan por filtración de algas, bacterias, partículas orgánicas de organismos muertos y material inorgánico, mostrando una gran capacidad para metabolizar diferentes materiales. Estos organismos juegan un papel importante en el ciclo bioenergético de aguas continentales (Coscarón & Coscarón, 2007). Su desplazamiento es pasivo producido por la corriente acuática y pueden evitar ser arrastradas manteniéndose por el hilo de seda o por la ventosa anal. Cuando llegan a su último estadio, construyen un capullo con la seda secretada por sus glándulas salivares, que servirá de refugio a la crisálida (Gobierno Regional de Arica y Parinacota , 2015).

Grupo trófico funcional: Colector-Filtrador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI	BMWP/COL	Adaptado
5	8	6



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-33 Descripción de la familia *Tabanidae*

FAMILIA TABANIDAE			
Clase: Insecta	Orden: Díptera		
Descripción: Son especies que presentan pseudópodos dispuestos en anillo alrededor de los segmentos del cuerpo (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009), son cilíndricas, fusiformes y en ellas se pueden diferenciar tres segmentos torácicos y ocho abdominales, el último adicional con un sifón respiratorio. El primero con la cápsula cefálica esclerotizada y a veces pigmentada en la que destacan las mandíbulas fuertemente pigmentadas y recurvadas que se desplazan en un plano vertical. El segmento anal carece de pseudópodos y presenta en su extremo posterior el sifón retráctil. En su parte dorsal aparece una pequeña ampolla que puede verse por transparencia, es el órgano de Graber (Salom & Vega, 1990).	Hábitos: Se desarrollan Habitan en zonas de corriente, sobre la arena y gravas del fondo, si bien hay especies que colonizan aguas estancadas viviendo sobre limos y lodos. Son predadoras, y son capaces de soportar cierto grado de polución orgánica (Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009).		
	Grupo trófico funcional: Predador (SAFIT, 2003).		
	Puntuación: ABI	BMWP/COL	Adaptado
	4	4	2



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-34 Descripción de la familia *Tipulidae*

FAMILIA TIPULIDAE

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Descripción: Los Tipulidos poseen una Cabeza no fusionada con el tórax y primer segmento abdominal; discos ventrales ausentes. Además, un Disco espiracular en el último segmento abdominal (Roldán, 1996). Las larvas presentan la cutícula unida alrededor de mitad de la cabeza, permitiéndole retraerse y espiráculos abdominales terminales rodeados por 5 ó 6 lóbulos carnosos. Presentan una coloración que varía (amarilla, beige, blanca y café), el tamaño de la longitud varía de 2 a 28.5 mm (CORTOLIMA, 2008).

Hábitos: Se desarrollan Pueden un amplio espectro de ambientes, desde arroyos de corrientes rápidas a lagunas o charcas temporales. Viven enterrados en zonas de limos, lodos o arena en el fondo del cauce. La mayoría de los tipulidos son detritívoros, aunque algunas especies roen los vegetales acuáticos. No está considerado como un grupo especialmente sensible (Contreras, 2014).

Grupo trófico funcional: Fragmentador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 5 BMWP/COL 3 Adaptado 6

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-35 Descripción de la familia *Chordodidae*

FAMILIA CHORDODIDAE

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Descripción: Es una familia de gusanos cilíndricos y alargados del filo Nematomorpha, miden entre 10 y 70 cm de longitud, con un diámetro de 0.3 a 2.5 mm. Su coloración varía de blanco amarillento a pardo, gris u oscuro. Los machos son más pequeños que las hembras y por lo regular, presentan un enrollamiento en el extremo posterior, poseen una cutícula muy compleja lamelada y fibrosa, estos organismos no poseen un aparato circulatorio, excretor y respiratorio propiamente dicho (Roldán,1996).

Hábitos: Los gordiáceos viven en corrientes limpias, adheridos a la vegetación y debajo de piedras en las orillas de los ríos y arroyos. Para completar su ciclo es necesario buscar un huésped apropiado (Roldán,1996).

Grupo trófico funcional: Colector-Recolector (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI - BMWP/COL 10 Adaptado 10

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-36 Descripción de la familia *Ceratopogonidae*

FAMILIA CERATOPOGONIDAE

Clase: Insecta

Orden: Díptera

Descripción: Generalmente tiene el cuerpo delgado y alargado, con la cabeza esclerotizada provista de un par de mandíbulas dentadas y fuertes. Puede presentar pelos, tubérculos, etc., según la subfamilia o el género que se trate. La cabeza se presenta dos veces más larga que ancha, también pueden presentar setas anales largas o cortas (Roldán, 1996).

Hábitos: Las larvas de los ceratopogónidos pueden ser terrestres, semiacuáticas o acuáticas, con una gran diversidad de hábitat. Las larvas terrestres o semiacuáticas se encuentran a menudo en lugares húmedos, como debajo de la corteza de los árboles y dentro del musgo, donde se alimenta de algas, hongos o restos de plantas; también pueden encontrarse en huecos de piedras, huecos de árboles e, incluso, dentro del agua acumulada en las axilas de las hojas; pueden cavar y moverse dentro del suelo húmedo o fangoso. Las especies acuáticas nadan libremente y pueden vivir en los márgenes de lagos, como algunos géneros, que forman parte del bentos y plancton (Roldán, 1996).

Grupo trófico funcional: Colector-Filtrador (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 4 BMWP/COL 3 Adaptado 4

Ubicación geográfica



Vista dorsal



1 mm

Vista Lateral



1 mm

Vista Ventral



1 mm

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-37 Descripción de la familia *Ptilodactylidae*

FAMILIA PTILODACTYLIDAE

Clase: Insecta

Orden: Coleóptera

Descripción: La larva generalmente es de forma alargada; la longitud total del cuerpo varía entre 12 y 18 mm (Roldán,1996). 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 uñas (CORTOLIMA, 2008).

Hábitos: Los adultos son todos terrestres, solamente algunas larvas son acuáticas. (Archangelsky. No obstante, los adultos, los cuales son terrestres, generalmente se encuentran en márgenes de arroyos, sobre plantas herbáceas. (Roldan, 1988). Las larvas suelen vivir en aguas poco profundas, enterrados sobre el substrato Archangelsky (Sánchez, 2004)

Grupo trófico funcional: Pertenecen al grupo de detritívoras-fragmentadores (SAFIT, 2003).

Puntuación: ABI 5 BMWP/COL 10 Adaptado 10

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VII-38 Descripción de la familia *no identificada*

FAMILIA NO IDENTIFICADA

Clase: Insecta

Orden: No descrita

Descripción: Individuo de clase insecta, cuerpo alargado con 13 pares de patas, abdomen segmentado, el tórax presenta 12 divisiones, antenas largas con 5 segmentos

Hábitos: no descrita

Grupo trófico funcional: no descrita

Puntuación: no descrita

Ubicación geográfica



Vista dorsal



Vista Lateral



Vista Ventral



Nota: Trabajo de campo, 2019.

B. ANALIZAR LOS INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA EN LA ZONA DE ESTUDIO.

1. Resultados de análisis Físico-Químicos.

Los resultados de los parámetros físicos y químicos de las muestras de agua analizadas en el Laboratorio Analítico Ambiental Agua-Efluente Industriales LASA en Quito, junto a datos tomados *in situ* en cada uno de los 8 bofedales se muestra en la siguiente tabla:

Tabla VII-39. Resultados de los parámetros físicos y químicos en los 8 bofedales de la RPFCh

Bofedales	Unidades	Pachicho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cónдор Samana BI	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Los Hieleros ANI	Límites permisibles de aguas según TULSMA para:			
										Consumo humano y uso domestico	Preservación vida silvestre	Riego agrícola	Uso pecuario
Ph		7	7,43	7,32	7,66	7,3	6,9	7,6	7,77	6-9	6,5-9	6-9	-
temperatura del agua	C°	5,1	4,2	7,4	3,9	3,9	6,3	2,1	2	Condición natural	Condición natural	Condición natural	Condición natural
Amonio	mg/l	0,95	0,48	0	0,18	0,08	0,35	0,30	2,17	0,05	-	-	-
Calcio	mg/l	15,00	4,00	6,15	9,54	8,76	5,49	1,98	2,36	-	-	-	-
Conductividad	uS/cm	178,50	45,10	63,40	97,90	143,50	49,30	25,40	16,57	-	-	700	-
D.B.O5 Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	3	0,62	0,74	0,26	1,80	10,05	1,50	1,48	<2	20	-	-
D.Q.O. Demanda Química de Oxígeno	mg/l	76,43	3,05	3,05	3,05	27,69	67,26	6,92	17,31	<4	40	-	-
Dureza total	mg CaCO3/l	85,40	18,42	23,41	41,84	69,39	20,53	10,27	7,98	400	-	-	-
Fósforo total m	mg/l	0	0	0,065	0,22	0,01	0,005	0,11	0,31	-	-	-	-
Magnesio	mg/l	11,66	2,05	1,96	4,39	11,55	1,66	1,30	0,51	-	-	-	-
Nitratos	mg/l	0,50	0,40	0,30	0,40	0,70	0,10	0,40	0	10	13	-	10
Nnitritos	mg/l	0	0,001	0,001	0	0,001	0	0,007	0,013	1	0,2	0,5	1
Oxígeno disuelto	mg/l	6,34	6,00	6,51	6,11	6,65	6,34	7,26	7,00	>6	>6	>3	>3
Oxígeno disuelto	%	99,1	92,3	101,2	93,9	102,80	97,8	112,30	108	>80%	>80%	-	-
Sólidos totales suspendidos	mg/l	4	36,00	2	7	36,00	19,00	66,00	215,00	-	1000	-	-
Sulfatos	mg/l	0,10	0,6	3,30	0,3	0,90	0,10	0	0	400	-	250	-
Turvidez	mg/l	3,2	4,10	3,1	2,9	1,10	3,30	2,10	1,63	100	-	-	-
Coliformes fecaless	UFC/100 ml	22	20	10	12	30	19	14	28	-	-	-	-

Nota: Trabajo de campo, 2019.

El valor de pH es neutro en todos los bofedales, la temperatura varía, debido a los rangos altitudinales, se ve un aumento de temperatura en el bofedal Puente Ayora AI. Los valores del Amonio se ven elevados en la mayoría de bofedales (donde a la par se observó la presencia de ganado muy cerca al bofedal), excepto en el bofedal Puente Ayora AI, lo cual indica que bajo este parámetro el agua del bofedal se encuentra dentro del límite permisible para consumo humano y uso doméstico, el Calcio al igual que el Magnesio que en conjunto conforman la Dureza Total, son notablemente variados en todos los bofedales teniendo su punto más alto en Pachancho BI y el más bajo en Portal Andino AI, así como también la Conductividad, aunque se ve un ligero aumento en Pachancho BI, esto a causa de que en rangos altitudinales bajos se encuentran mayor cantidad de minerales (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) muestra a casi todos los bofedales que se encuentra dentro de los límites establecidos, a excepción de Lazabanza BNI y Pachancho BI, por otro lado, el análisis de Coliformes Fecales indican que todos los bofedales no están dentro de los límites permisibles. La Demanda Química de Oxígeno muestra mayor valor en el bofedal Pachancho BI, pues se evidenció gran magnitud de intervención antrópica. Turbidez, Fósforo Total, N-Nitratos, N-Nitritos, Sólidos Totales Suspendidos y Sulfatos muestran variaciones en todos los bofedales con valores bajos, lo que indica que los bofedales se encuentran dentro de los límites permisibles (Tabla VII-39). A partir de los resultados obtenidos se concluye que la mayoría de los bofedales de la RPFCH en estudio, se encuentra dentro de los criterios permisibles para consumo humano y uso doméstico, conservación de vida silvestre, riego agrícola y uso pecuario, de acuerdo al Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA)

2. Calidad del agua Mediante el indicador ICA

A partir de los parámetros Físicos-químicos analizados se calcula el ICA, donde los valores cercanos al 0% muestran que el agua está altamente contaminada, mientras que los valores cercanos al 100% indican que el agua se encuentra en excelentes condiciones. A continuación, los resultados del ICA de los bofedal de la RPFCH:

Tabla VII-40 Análisis de la calidad del agua de los bofedales a partir del índice ICA

Parámetro	Unidad	Ponderación	Pachancho BI			Puente Ayora BNI			Puente Ayora AI			Puente Ayora ANI			Cóndor Samana BI			Lazabanza BNI			Portal Andino AI			Los Hieleros ANI		
			Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total	Valor	ICA	ICA Total
PH		0,11																								
Temperatura del agua	C°	0,1	4,9	72	7,2	4,9	72	7,2	2,2	80	8	4,1	73	7,3	6,1	67	6,7	3,7	77	7,7	7,7	59	5,9	6,3	66	6,6
D.B.O5		0,11	3	67	7,3	3	67	7,3	0,7	97	10	0,2	99	10	1,8	84	9,2	10	34	3,7	1,5	90	9,9	1,4	90	9,9
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l																									
Oxígeno Disuelto%	mg/l	0,17	6,34	5	0,8	6,3	5	0,8	6,5	5	0,8	6,1	5	0,8	6,6	5	0,8	6,3	5	0,8	7,2	6	1	7	6	1
Sólidos Totales Suspendidos		0,07	4	80	5,6	4	80	5,6	2	80	5,6	7	81	5,6	36	81	5,6	19	84	5,8	66	86	6	2,1	71	4,9
Turbidez	mg/l	0,08	3,2	90	7,2	3,2	90	7,2	3,1	90	7,2	2,9	90	7	1,1	96	7,6	3,3	89	7,1	2,1	93	7,4	1,6	94	7,5
Coliformes Fecales	NMP/100ml	0,16	22	62	9,9	22	62	9,9	10	72	11	12	0	0	30	58	9,2	19	64	10	14	67	10	28	59	9,4
Fósforo Total	mg/ml	0,1	0	100	10	0	100	10	0	97	9,7	0,2	90	9	0	100	10	0	100	10	0,1	96	9,6	0,3	80	8
N-Nitratos	mg/ml	0,1	0,5	97	9,7	0,5	97	9,7	0,3	97	9,7	0,4	97	9,7	0,7	96	9,6	0,1	97	9,7	0,4	97	9,7	0	97	9,7
Calidad del agua			67 Media			71 Bueno			73 Bueno			60 Media			69 Media			64 Media			70 Media			67 Media		

Nota: Trabajo de campo, 2019

El cálculo del índice ICA para los diferentes bofedales en estudio, se obtuvo considerando los siguientes parámetros físico-químicos: pH, Temperatura, D.BO5 Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno disuelto, Sólidos totales suspendidos, Turbidez, Coliformes fecales, Fosforo total y Nitratos, arrojando datos específicos que detallan a 6 bofedales con calidad de agua medianamente buena (Pachancho BI, Puente Ayora ANI, Condor Samana BI, Lazabanza BNI, Portal Andino AI y Los Hieleros ANI), mientras que los dos restantes (Puente Ayora BNI y Puente Ayora AI) con calidad de agua buena, estos casos se debería al grado de intervención antrópica (Tabla VII-40).

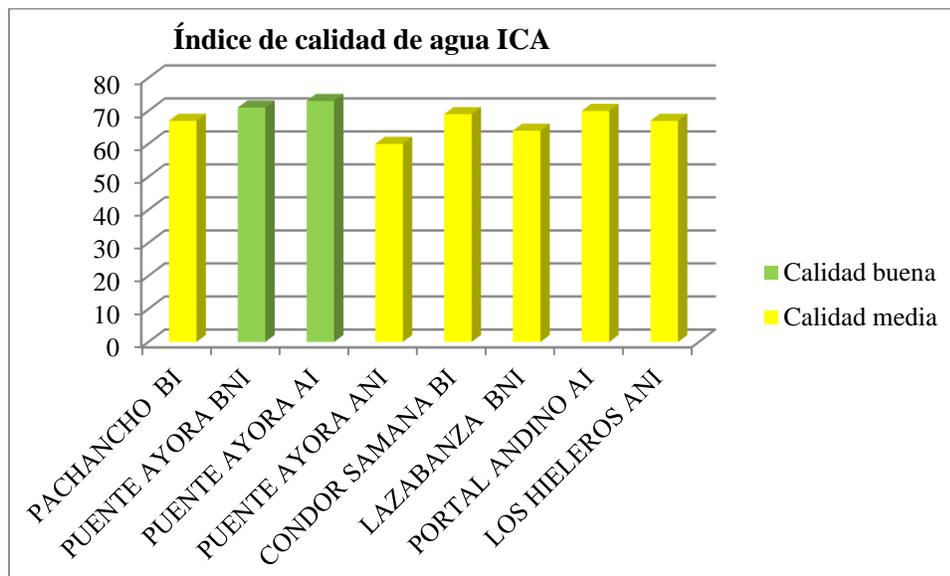


Figura VII-4 Índice de Calidad de Agua (ICA) de 8 Bofedales de la RPFCh.

Nota: Trabajo de campo, 2019

La figura VII-4 muestra la calidad del agua de los bofedales de la RPFCh, de acuerdo al porcentaje/grado de contaminación que estos poseen. El valor del índice ICA para todos los bofedales muestra superioridad al 80%, lo que implica que la calidad del agua no es mala, pues Pachancho BI, Puente Ayora ANI, Condor Samana BI, Lazabanza BNI y Los Hieleros ANI son de calidad media, mientras que Puente Ayora BNI y Puente Ayora AI de calidad buena.

C. DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DE LOS BOFEDALES A PARTIR DE LOS INDICADORES BIOLÓGICOS.

1. Análisis del índice biológico ABI/Ecu

Tabla VII-41 Resultado de análisis del índice ABI/Ecu

FAMILIA	Pachancho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor Samana BI	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Hieleros ANI
<i>Dugesiidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chordodidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tubificidae</i>	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Glossiphoniidae</i>	3	3	3	3	3	3	3	0
<i>Lymnaeidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>Sphaeriidae</i>	3	0	3	3	3	3	3	0
<i>Hyaellidae</i>	6	6	6	6	6	6	6	6
<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baetidae</i>	0	4	0	0	0	4	4	0
<i>Ptilodactylidae</i>	0	5	0	0	0	5	0	0
<i>Scirtidae</i> (= <i>Helodidae</i>)	5	5	0	5	5	5	0	5
<i>Limnephilidae</i>	0	7	0	0	0	7	0	7
<i>Ceratopogoniae</i>	0	4	0	0	0	0	0	4
<i>Chironomidae</i>	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Muscidae</i>	0	0	0	2	0	0	0	0
<i>Sciomyzidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Simuliidae</i>	0	0	5	5	5	5	5	0
<i>Tabanidae</i>	4	4	0	0	0	0	0	0
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>s/i</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	21	41	19	24	38	24	28	14
CALIDAD	MALO	REGULAR	MALO	MALO	REGULAR	MALO	REGULAR	MALO

Nota: Trabajo de campo, 2019.

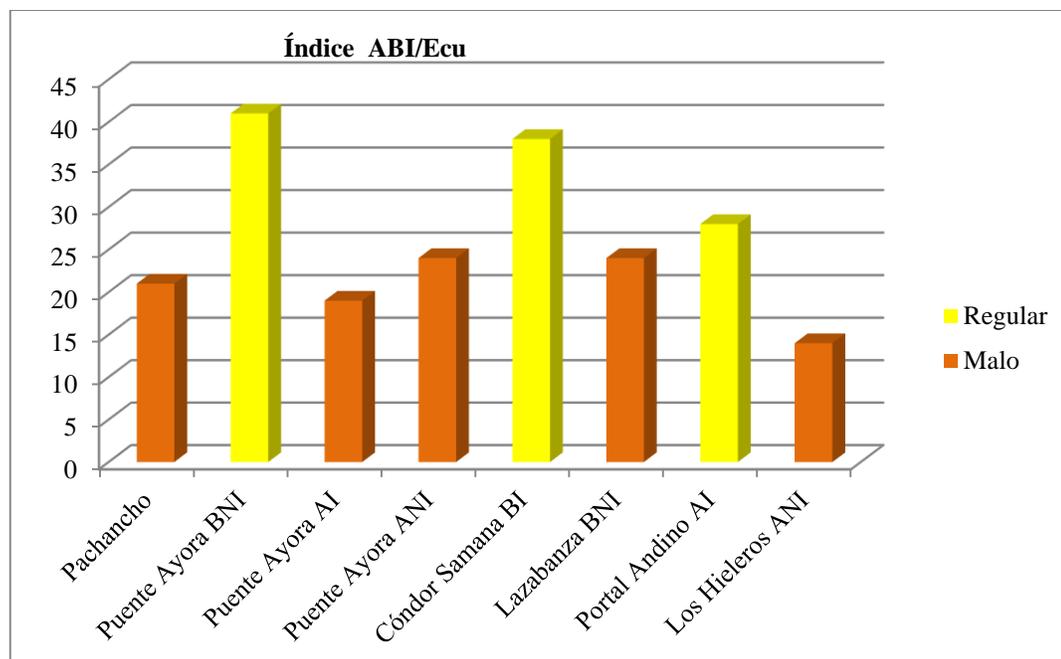


Figura VII- 5 Resultados Índice ABI-Ecu en los 8 Bofedales de la RPFCh.

Nota: Trabajo de campo, 2019.

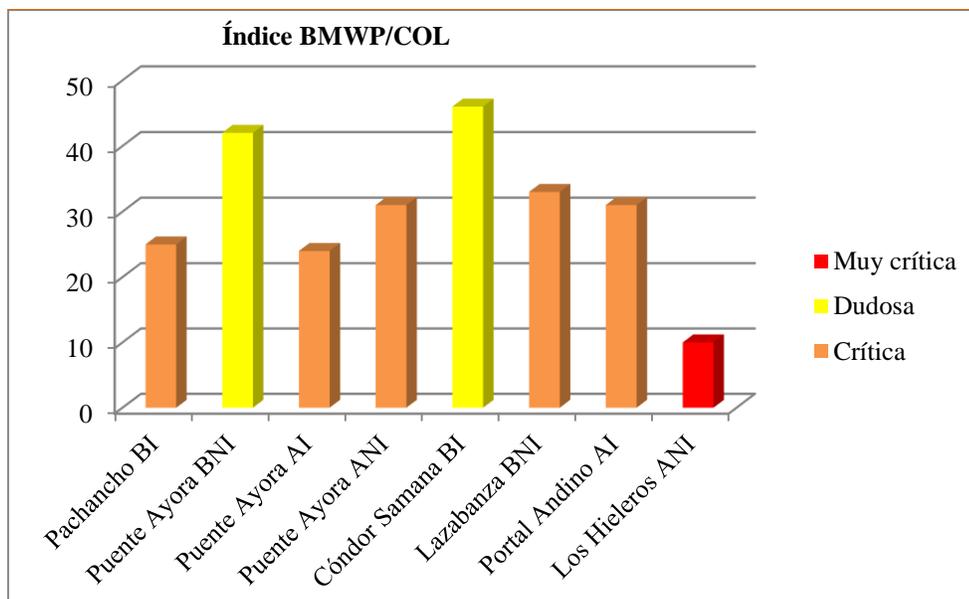
El resultado del índice biológico ABI, muestra que 5 bofedales (Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI, Lazabanza BNI y Los Hieleros ANI) corresponden a rango de calidad **REGULAR**, lo que indica que las aguas de éstos se encuentran moderadamente contaminadas, mientras que los tres restantes (Puente Ayora BNI, Cóndor Samana BI y Portal Andino AI) están dentro del rango de calidad **MALA**, lo que implica que las aguas de los bofedales están contaminadas (Tabla VII-41). Cabe destacar que en la puntuación ABI, no se tomó en cuenta a la familia *Dugesidae*, debido a que no se otorga valoración alguna (Figura VII-5).

2. Análisis del índice biológico BMWP/COL

Tabla VII-42 Resultado del índice BMWP/COL en los bofedales de la RPFCH

FAMILIA	Pachancho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor Samana BI	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Los Hieleros ANI
<i>Dugesiidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chordodidae</i>	0	0	0	0	0	0	10	0
<i>Tubificidae</i>	0	1	0	0	0	0	1	0
<i>Glossiphoniidae</i>	3	3	3	3	3	3	0	0
<i>Lymnaeidae</i>	0	0	0	0	0	4	0	0
<i>Sphaeriidae</i>	4	0	4	4	4	4	0	0
<i>Hyaellidae</i>	7	7	7	7	7	7	7	0
<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Baetidae</i>	0	7	0	0	7	7	0	0
<i>Ptilodactylidae</i>	0	10	0	0	10	0	0	0
<i>Scirtidae</i> (=Helodidae)	7	7	0	7	7	0	7	0
<i>Ceratopogoniae</i>	0	3	0	0	0	0	3	0
<i>Chironomidae</i>	0	2	2	0	0	0	0	0
<i>Muscidae</i>	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Sciomyzidae</i>	0	2	0	0	0	0	0	0
<i>Simuliidae</i>	0	0	8	8	8	8	0	8
<i>Tabanidae</i>	4	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0	0	3	0
<i>s/i</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	25	42	24	31	46	33	31	10
Calidad	Crítica	Dudosa	Crítica	Crítica	Dudosa	Crítica	Crítica	Muy crítica
Clase	IV	III	IV	IV	III	IV	IV	V
Significado	Muy contaminadas	Moderadamente contaminadas	Muy contaminadas	Muy contaminadas	Moderadamente contaminadas	Muy contaminadas	Muy contaminada	Fuertemente contaminada

Nota: Trabajo de campo, 201



FiguraVII-6 Resultado del índice BMWP/COL en los bofedales de la RPFCH
Nota: Trabajo de campo, 2019.

Los resultados del índice biológico BMWP/COL muestran que ninguno de los bofedales en estudio está dentro del rango de calidad **BUENA**, lo que implicaría aguas muy limpias. En la figura VII-6 se observa que los rangos de calidad de los bofedales corresponden a: **MUY CRÍTICA** (Los Hieleros ANI), lo que significa que las agua están fuertemente contaminadas, **CRÍTICA** (Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI, Lazabanza BNI y Los Hieleros ANI), que describe aguas muy contaminadas y **DUDOSA** (Puente Ayora BNI y Cónдор Samana BI), corresponde a aguas moderadamente contaminadas. Cabe destacar que las familias no tomadas en cuenta para la valoración en el índice BMWP/COL son: familias Dugesiidae, Naididae, Gripterygidae y Linnephilidae (Tabla VII-42).

3. Análisis del índice biológico EPT

Tabla VII-43 resultado del índice EPT en los bofedales de la RPFCH

FAMILIA	Pachancho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor Samana	BI	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Los Hieleros ANI
<i>DugesIIDae</i>	13	71	29	13	0		0	0	0
<i>Chordodidae</i>	0	0	0	0	0		0	7	0
<i>Tubificidae</i>	0	1	0	0	0		0	2	0
<i>Glossiphoniidae</i>	7	15	1	56	3		3	0	0
<i>Lymnaeidae</i>	0	0	0	0	0		3	0	0
<i>Sphaeriidae</i>	8	0	10	50	7		15	0	0
<i>Hyaellidae</i>	752	26	742	1279	480		306	2	0
<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	0		0	0	1
<i>Baetidae</i>	0	25	0	0	17		4	0	0
<i>Ptilodactylidae</i>	0	1	0	0	8		0	0	0
<i>Scirtidae</i> (=Helodidae)	4	23	0	4	7		0	4	0
<i>Limnephilidae</i>	0	45	0	0	2		0	123	1
<i>Ceratopogoniae</i>	0	3	0	0	0		0	36	0
<i>Chironomidae</i>	0	7	3	0	0		0	0	0
<i>Muscidae</i>	0	0	0	3	0		0	0	2
<i>Sciomyzidae</i>	0	3	0	0	0		0	0	0
<i>Simuliidae</i>	0	0	64	25	119		307	0	9
<i>Tabanidae</i>	1	0	0	0	0		0	0	0
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0		0	3	0
<i>s/i</i>	0	0	0	0	0		0	0	
Total	785	220	849	1430	643		638	177	13
TOTAL EPT	0	70	-	-	19		4	123	1
INDICE %EPT	0	32%	0%	0%	3%		1%	69%	8%
CALIDAD	MALA	REGULA	MALA	MALA	MALA		MALA	BUENA	MALA

Nota: Trabajo de campo, 2019.

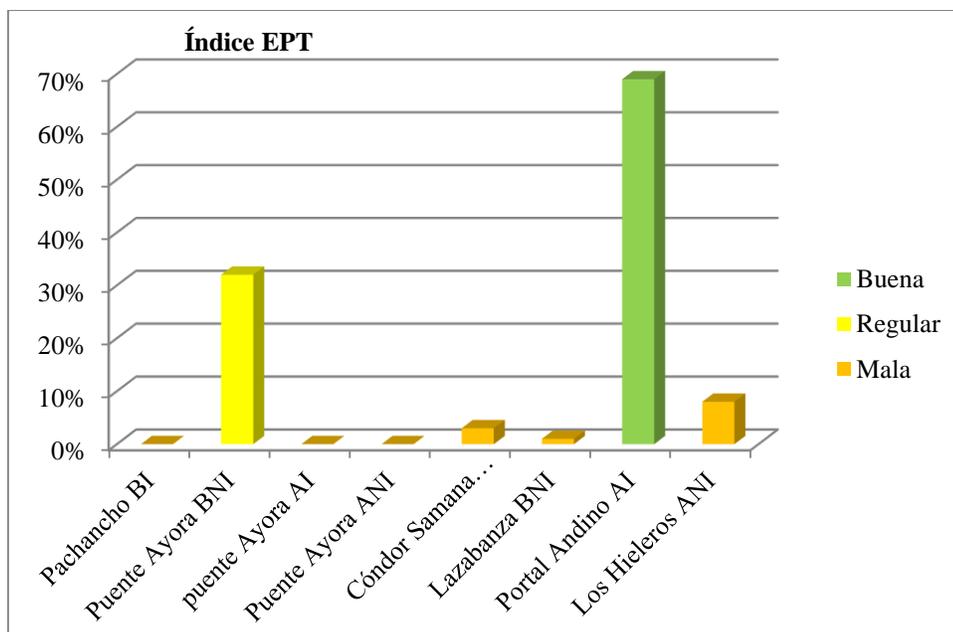


Figura VII- 7 Resultados Índice EPT en los Bofedales de la RPFCh.
Nota: Trabajo de campo, 2019

Se observan los valores del Índice EPT en cuanto a resultados del total de individuos de macroinvertebrados con respecto al total de individuos pertenecientes al grupo EPT (Ephemeroptera, Plecóptera, Trichóptera), encontrados en los bofedales en estudio, pues se puede apreciar que, 6 bofedales (Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI, Cóndor Samana, Lazabanza BNI y Los Hieleros ANI) tiene un rango de calidad **MALA**, 1 bofedal (Puente Ayora BNI) de calidad **REGULAR** y solo un bofedal (Portal Andino AI) perteneciente calidad **BUENA** (Tabla VII-43).

4. Análisis del índice biológico Adaptado

El índice adaptado para los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna de Chimborazo, se determinó, después de la visualizar la presencia y ausencia de los diferentes organismos macrobentónicos, la puntuación de las familias y los rangos de valoración del agua fue dada de acuerdo a los índices anteriormente elaborados (ABI, BMWP/COL).

Tabla VI-44 Categorías del Índice Adaptado para la RPFCH.

Rango	Calidad
>90-100	calidad excelente
66-90	calidad buena
41-65	calidad regular
21-40	calidad mala
<20	calidad muy mala

Nota: Trabajo de campo, 2019.

La valoración de las familias se da de acuerdo a la sensibilidad frente a la contaminación, siendo 10 el valor que se asigna a familias de mayor sensibilidad y 1 a los tolerantes.

Tabla VI-45. Puntuación de familias de acuerdo al índice Adaptado

Familia	Puntuación
<i>Gripopterygidae, calamoceradidae,</i> <i>Perlidae, ptilodactilidae, chordodidae</i>	10
<i>Polycentropodidae, Leptoceridae,</i>	9
<i>Philopotamidae, Limnephilidae,</i> <i>Hydrobiosidae, Oligoneuriidae</i>	8
<i>Leptophyphidae, Baetidae,</i> <i>Glossosomatidae, Scirtidae</i>	7
<i>Tipulidae, Ancyliidae, Simuliidae,</i> <i>Empididae</i>	6
<i>Hyalellidae, Dryopidae, Dugesiidae,</i> <i>Sphaeriidae</i>	5
<i>Pyralidae, Glossiphoniidae,</i> <i>Lymnaeidae, Elmidae, Belostomatidae</i>	4
<i>Muscidae, Chironomidae</i>	3
<i>Tabanidae, Dolichopodidae,</i> <i>Sciomyidae</i>	2
<i>Naididae, Tubificidae, Stratiomyidae</i>	1

Nota: Trabajo de campo, 2019

Tabla VII-46 Resultado del Adaptado en los bofedales de la RPFCH

FAMILIA	Pachancho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor BI	Samana	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Los Hieleros ANI
<i>Dugesidae</i>	5	5	5	5	0		0	0	0
<i>Chordodidae</i>	0	0	0	0	0		0	10	0
<i>Tubificidae</i>	1	1	0	0	0		0	1	0
<i>Glossiphoniidae</i>	4	4	4	4	4		4	5	0
<i>Lymnaeidae</i>	0	0	0	0	0		4	0	0
<i>Sphaeriidae</i>	5	0	5	5	5		5	0	0
<i>Hyaellidae</i>	5	5	5	5	5		5	0	0
<i>Isotomidae</i>	0	0	0	0	0		0	0	1
<i>Baetidae</i>	0	7	0	0	7		7	0	0
<i>Ptilodactylidae</i>	0	5	0	0	5		0	0	0
<i>Scirtidae</i> (=Helodidae)	7	7	0	7	7		0	7	0
<i>Limnephilidae</i>	0	8	0	0	8		0	8	8
<i>Ceratopogonia</i>	0	4	0	0	0		0	4	0
<i>Chironomidae</i>	0	0	3	0	0		0	0	0
<i>Muscidae</i>	0	3	0	3	0		0	0	3
<i>Sciomyzidae</i>	0	0	0	0	0		0	0	0
<i>Simuliidae</i>	0	0	6	6	6		6	0	6
<i>Tabanidae</i>	2	2	0	0	0		0	0	0
<i>Tipulidae</i>	0	0	0	0	0		0	6	0
<i>s/i</i>	0	0	0	0	0		0	0	0
Total	29	51	28	35	47		31	41	18
Calidad	Mala	Regular	Mala	Mala	Regular		Mala	Regular	Muy mala

Nota: Trabajo de campo, 2019.

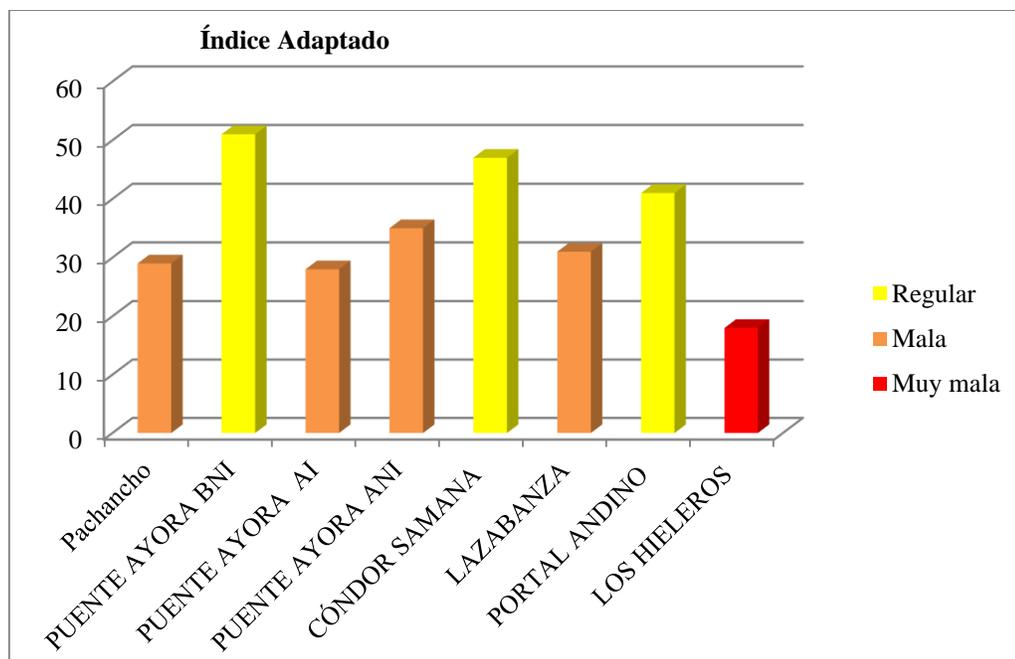


Figura VII-8 Resultado del índice Adaptado en los bofedales de la RPFCH
Nota: Trabajo de campo, 2019

En la Figura VII-8 se observa valores del Índice Adaptado, donde según éste índice, el bofedal Los Hieleros ANI tiene una calidad de agua **MUY MALA**, por otro lado, Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI y Lazabanza contemplan una calidad **MALA**, y finalmente en Puente Ayora BNI, Cónдор Samana y Portal Andino se presencia aguas de calidad **REGULAR**.

Tabla VII-47 Resultado general de los índices biológicos en los bofedales de la RPFCH.

Bofedal	Índices	Total	Calidad	Clase	Significado
Pachancho BI	ABI	21	Mala		Aguas muy contaminadas
	BMWP/Col	25	Crítica	IV	Aguas muy contaminadas
	EPT	0	Mala		Aguas muy contaminadas
	Adaptado	29	Mala		Aguas muy contaminadas
Puente Ayora BNI	ABI	41	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
	BMWP/Col	42	Dudosa	III	Aguas moderadamente contaminadas
	EPT	70	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
	Adaptado	51	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
Puente Ayora AI	ABI	19	Mala		Aguas muy contaminadas
	BMWP/Col	24	Crítica	IV	Aguas muy contaminadas
	EPT	0	Mala		Aguas muy contaminadas
	Adaptado	28	Mala		Aguas muy contaminadas
Puente Ayora ANI	ABI	24	Mala		Aguas muy contaminadas
	BMWP/Col	31	Crítica	IV	Aguas muy contaminadas
	EPT	0	Mala		Aguas muy contaminadas
	Adaptado	35	Mala		Aguas muy contaminadas
Cóndor Samana BI	ABI	38	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
	BMWP/Col	46	Dudosa	III	Aguas moderadamente contaminadas
	EPT	19	Mala		
	Adaptado	47	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
Lazabanza BNI	ABI	24	Mala		Aguas muy contaminadas
	BMWP/Col	33	Crítica	IV	Aguas muy contaminadas
	EPT	4	Mala		Aguas muy contaminadas
	Adaptado	31	Mala		Aguas muy contaminadas
Portal Andino BI	ABI	28	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
	BMWP/Col	31	Crítica	IV	Aguas muy contaminadas
	EPT	123	Buena		
	Adaptado	41	Regular		Aguas moderadamente contaminadas
Los Hieleros ANI	ABI	14	Mala		Aguas muy contaminadas
	BMWP/Col	10	Muy crítica	V	Aguas fuertemente contaminadas
	EPT	1	Mala		Aguas muy contaminadas
	Adaptado	18	Muy mala		Aguas fuertemente contaminadas

Nota: Trabajo de campo, 2019.

La Tabla VII-47 muestra que los índices biológicos (EPT, BMWP/COL, ABI, Adaptado) coinciden que el agua de los bofedal Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora ANI y Lazabanza BNI se encuentran muy contaminadas, Puente Ayora BNI contempla aguas moderadamente contaminadas. Por otro lado, en el bofedal Cónдор Samana BI, tres (ABI, BMWP/COL y Adaptado) de cuatro índices biológico coinciden que posee aguas moderadamente contaminadas, BMWP/COL e índice Adaptado exhiben valores de aguas contaminadas para Portal Andino BI, finalmente ABI y EPT muestran a Los Hieleros ANI con aguas contaminadas, sin embargo, para BMWP/COL y Adaptado se encuentra fuertemente contaminado.

D. ANALIZAR ESTADÍSTICAMENTE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS

1. Análisis de similitud de los índices biológicos EPT, ABI, BMWP/Col y Adaptado a los bofedales de la RPFCh. y el índice WQI

En la siguiente tabla se muestran la valoración de los índices biológicos (EPT, BWMP/COL, ABI Y M.adaptado) y el índice WQI (índice fisicoquímico) en cada uno de los bofedales muestreados.

Tabla VII-48. Comparación de los índices físicos químicos y biológicos de 8 bofedales de la RPFCH.

Bofedal	Índice ABI	calidad	índice BMWP/COL	calidad	índice EPT	Calidad	Índice M.Adaptado	calidad	índice ICA	calidad
Pachancho BI	21%	malo	25	crítica	0	Mala	29	malo	67,52	media
Puente Ayora BNI	41%	regular	42	dudosa	70	Regular	51	regular	71,7	bueno
Puente Ayora AI	19%	malo	24	crítica	0	Mala	28	malo	73,47	bueno
Puente Ayora ANI	24%	malo	31	crítica	0	Mala	35	malo	60,62	media
Cóndor Samana BI	38%	regular	46	dudosa	19	Mala	47	regular	69,25	media
Lazabanza BNI	24%	malo	33	crítica	4	Mala	31	malo	64,69	media
Portal Andino AI	28%	regular	31	crítica	123	Buena	41	regular	70,42	media
Los Hieleros ANI	14%	malo	10	muy crítica	1	Mala	18	muy malo	67,05	media

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Los resultados de los diferentes índices para los bofedales de la RPFCH no muestran mayor diferenciación de criterios de calidad, pese a que en el índice BMWP/COL el techo de puntuación es 150 y no 100 como los otros índices, y en el índice EPT toma como referencia la presencia y ausencia macrobentos de las familias Ephemeroptera, Plecóptera y Trichóptera,

Para este análisis se tomó en cuenta los criterios de calidad por colores.

Así en el bofedal Pachancho BI los 4 índices biológicos coincidieron que el agua es de calidad mala, cuyo criterio está representado con coloración anaranjado e ICA mostró una calidad media representado con color amarillo (Tabla VII-48).

En Puente Ayora AI, también 4 índices (ABI, BMWP, EPT y M. Adaptado) mostraron que el agua es mala, cuya calidad es presentada con el color anaranjado; mientras que para ICA el agua de este bofedal fue buena, representada con color verde (Tabla VII-48).

En Puente Ayora BNI los índices biológicos mostraron que el agua es regular; representado con color amarillo, mientras que para el parámetro físico químico fue buena, rango mostrado con color verde (Tabla VII-48).

Los parámetros biológicos mostraron que, en los bofedales Puente Ayora ANI y Lazabanza BNI el agua es mala, en cambio para el parámetro físico químicos fue media; la misma que se representa que está con amarillo (Tabla VII-48).

Cóndor Samana BI contó con agua regular (anaranjado) según los Índices ABI, BMWP/COL, M. Adaptado e ICA, solo EPT mostró que es mala (amarillo) (Tabla VII-48).

Portal Andino AI mostró variabilidad en los resultados; así para ICA fue regular (amarillo), para BMWP crítica (anaranjado), EPT mostró que es buena (verde), mientras que el M, Adaptado e ICA coincidieron con ABI (Tabla VII-48).

Finalmente, en los Hileros según ABI y EPT el agua fue mala (anaranjado), para el M. Adaptado y BMWP el agua se encuentra en condiciones muy críticas (rojo) e ICA deduce que el agua está en calidad media (amarillo) (Tabla VII-48).

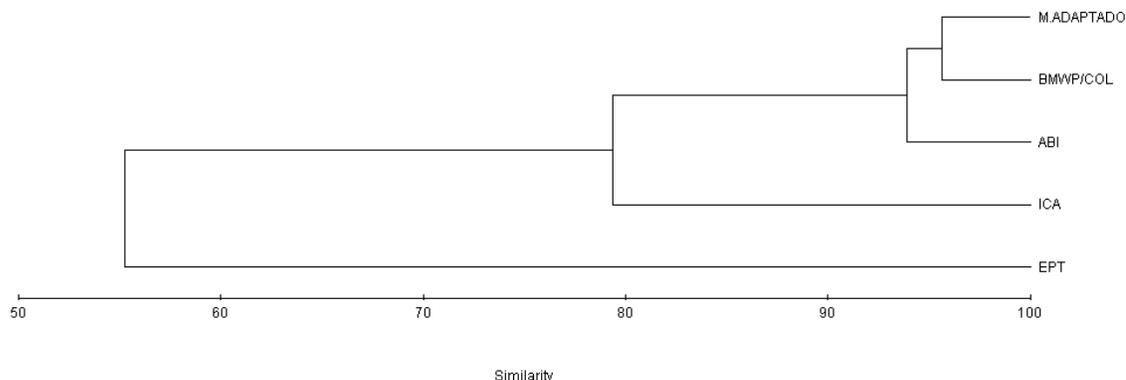


Figura VII-9 Dendrograma de similitud Bray Curtis de los Índices aplicados a los Bofedales de la RPFCh

Nota: Software PRIMER V5

En el dendrograma de similitud que agrupa a los bofedales en estudio en función de los Índices de Calidad de Agua aplicados a los bofedales de la RPFCh (figura VII-9), muestra el valor de semejanza siempre superior al 50% reflejando las condiciones descritas en el apartado anterior.

En el primer grupo encontramos al índice BMWP/COL asemejarse con el método adaptado para los bofedales de la RPFCH, formando el segundo grupo tenemos al M. Adaptado y BMWP/COL asemejarse en un 92% con el índice ABI.

En el segundo grupo encontramos también en solitario al Índice ICA que se realizó en base a parámetros físicos y químicos y finalmente observamos claramente alejado del resto al índice EPT por contemplar valores netamente bajos.

2. Análisis de componentes principales (ACP)

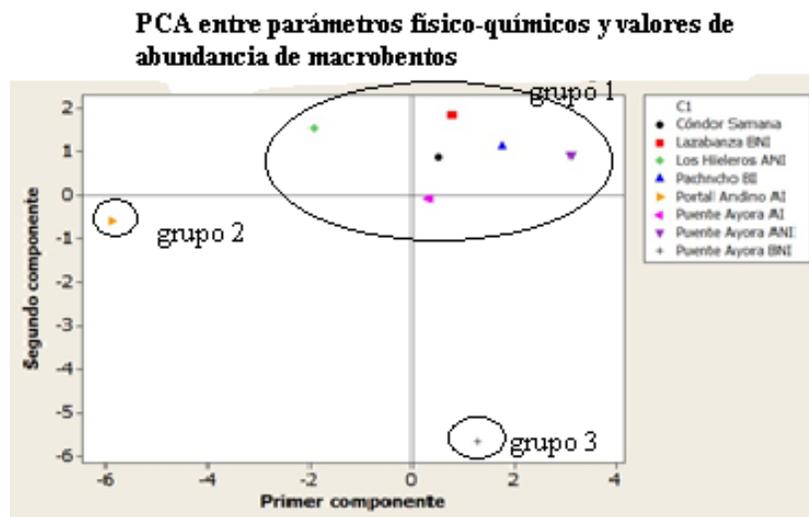


Figura VII-10 PCA entre parámetros físico-químicos y valores de abundancia de macrobentos de los bofedales de la RPFCH

Nota: Software Minitab 15

El diagrama de correlación del análisis de componentes principales (ACP) entre los parámetros físico-químicos y valores de abundancia de macrobentos, muestra mayor influencia en el grupo 1, que corresponde a los bofedales que presenta mayor cantidad coliformes fecales, turbidez y mayor cantidad de macrobentos. Por otro lado, se observa dos valores atípicos el primero corresponde al bofedal Portal Andino AI y el segundo al Puente Ayora BNI, esto puede deberse por los valores bajos de amonio y coliformes fecales, además estos dos bofedales muestran permisibilidad para los diferentes usos según los criterios del TULSMA (Figura VII-10).

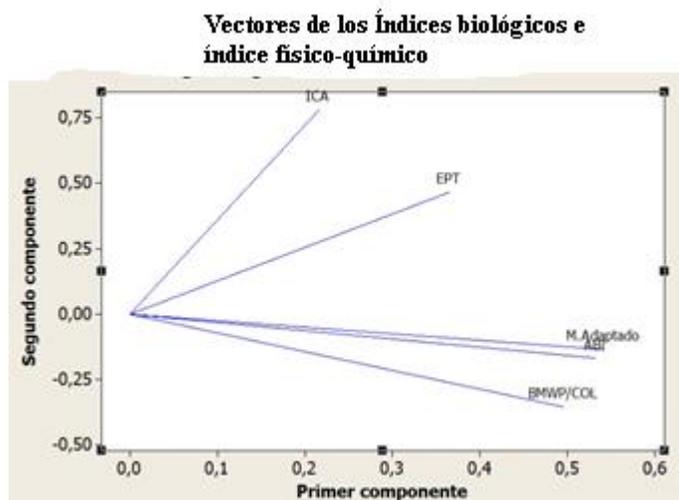


Figura VII- 11 PCA entre los Índices de calidad del agua

Nota: Software Minitab 15

El diagrama de vectores de los índices de la calidad del agua, indica que los índices biológicos BMWP/COL, ABI y M. Adaptado se asemejan, sin embargo, en este grupo de semejanzas encontramos al Índice BMWP/COL un poco apartado al no tener el mismo criterio de calidad, ya que su techo de puntuación es 150 y no 100 como los otros índices, a más de esto se puede ver la clara diferencia que tienen estos tres con el índice EPT e índice ICA, esto puede deberse a que ICA considera a los parámetros fisicoquímicos para su valoración, mientras que EPT considerar solo a tres grupos de macrobentos (Ephemeroptera, Plecópteras, Tricópteras), que no siempre es bien vista por los investigadores (Figura VII-11).

3. Comprobación de hipótesis

Para determinar si la calidad de agua de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es aceptable plantea que, al menos tres de éstos tengan una calidad excelente. A partir de los resultados del índice BMWP, a cada bofedral se le asignó un color, de acuerdo a la calidad de agua observada, donde el color azul representa un índice excelente.

Tabla VI-49. Resultados de la calidad del agua de 8 bofedales de la RPFCH, según BMWP/COL.

Pachancho BI	Puente Ayora BNI	Puente Ayora AI	Puente Ayora ANI	Cóndor Samana BI	Lazabanza BNI	Portal Andino AI	Los Hieleros
25	42	24	31	46	33	31	10
Crítica	Dudosa	Crítica	Crítica	Dudosa	Crítica	Crítica	Muy crítica

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Tabla VI-50. Rangos que miden la calidad del agua según BMWP.

VALOR	CALIDAD
>150	Buena
101-102	
61-100	Aceptable
36-60	Regular
16-35	Mala
< 15	Muy crítica

Nota: Trabajo de campo, 2019.

Al evaluar ocho bofedales, tres representan una fracción de $3/8 = 0,375$, por lo que el valor 0,374 será considerado como la proporción hipotética.

a. Planteamiento de la hipótesis

Hipótesis Nula: La proporción de bofedales que poseen un índice de calidad excelente es menor o igual a 0,374

Hipótesis alternativa: La proporción de bofedales que poseen un índice de calidad excelente es mayor a 0,374

$$\mathbf{H_0: } p \leq 0,374$$

$$\mathbf{H_1: } p > 0,374$$

b. Estadístico de prueba y cálculo del valor p

$$z_0 = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{\hat{p} - 0,374}{\sqrt{\frac{(0,374)(0,626)}{8}}} = -2,19$$

Donde:

$\hat{p} = \frac{x}{n}$ proporción estimada de bofedales que cumplen con la característica de excelente

$p_0 = 0,374$ proporción hipotética

$x=0$ número de bofedales que cumplen con la característica de excelente

$n =8$ número de bofedales

$q_0 = 1 - p_0 = 0,626$

Valor p

$$P(Z > z_0) = P(Z > -2,19) = 0,986$$

c. Regla de decisión

Si el valor p es menor o igual que alfa = 0,05 se rechaza la hipótesis nula

d. Decisión y conclusión

A partir del valor p obtenido en la prueba z, se toma la decisión de no rechazar H_0 , pues el valor p es mayor que el nivel de significancia ($0,98 > 0,05$); es decir que la proporción de bofedales que cumplen con las características para que el agua sea de calidad excelente es menor a 0,374. Este resultado es obvio al identificar que ninguno de los bofedales cumple con la característica de interés. Por lo tanto, con un 95% de confianza, existe evidencia suficiente para concluir que el agua de los bofedales no tiene un índice de calidad excelente.

VIII. CONCLUSIONES

La variación del inventario de macrobentos muestreados en cada uno de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo es notoria, pues en cada bofedal varía el grado de intervención antrópica y las características altitudinales, así, los bofedales Puente Ayora BNI y Cóndor Samana BI sobresalen del resto, como los más diversos, y Pachancho BI, Puente Ayora AI, Puente Ayora AN, Lazabanza BNI, Portal Andino AI y Los Hieleros ANI como los menos diversos.

Los parámetros que se tomaron en cuenta para determinar la calidad del agua de los bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, tienen una variación mínima en todos los bofedales y la mayoría de los parámetros se encuentran dentro del rango máximo permisible para las actividades domésticas, riego agrícola, uso pecuario y conservación de vida silvestre.

La calidad del agua mediante los índices biológicos es aceptable para ser utilizada para consumo humano y en actividades agrícolas y pecuarias, solo en el bofedal Portal Andino AI, mientras que en las demás (Puente Ayora ANI, Puente Ayora AI, Puente Ayora BNI, Pachancho BI, Lazabanza BNI, Los Hieleros ANI) no son admisibles.

En el análisis estadístico se determinó que el índice EPT (Ephemerosperos, Plecópteros, Tricópteros) es disímil con respecto a los otros índices, esto puede deberse a la insuficiente presencia de este grupo de macroinvertebrados en los bofedales de la RPFCH, y al mismo tiempo a la no tan notada importancia que le dan el resto de índices bióticos a este grupo. Además, el bofedal que muestra mayor influencia positiva es el bofedal Portal Andino AI.

IX. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar como base el presente trabajo de investigación para estudios con características similares

Elaborar planes, programas y proyectos en conjunto con los gobiernos y entidades gubernamentales y no gubernamentales con el fin de dar un adecuado manejo a los bofedales de la RPFCH

Se recomienda la socialización de las investigaciones realizadas en los bofedales de la RPFCH con las comunidades cercanas y turistas, con el fin de dar a conocer su importancia y de esta manera promover el cuidado y protección del ecosistema páramo

X. RESUMEN

La presente investigación propone: determinar la calidad de agua mediante el uso de parámetros físicos-químicos y biológicos en 8 bofedales de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo; para lo cual se realizó un inventario de macroinvertebrados de cada uno de los bofedales estudiados donde se recolectaron mediante el método red de Surber y de captura directa, 4757 individuos repartidos en 21 familias, siendo las más abundantes las familias Hyalellidae y Limnephilidae, las mismas que pertenecen al grupo trófico de fragmentadores y que evidencian una alta actividad agrícola y ganadera muy cercana al bofedal. Posteriormente, se realizó el análisis de los parámetros físicos y químicos en base a los resultados obtenidos del Laboratorio Analítico Ambiental Agua- Efluentes Industriales LASA, y se compararon con los criterios de calidad de agua dado por el Ministerio del Ambiente de Ecuador (2015) en su documento del TULSMA para consumo humano, uso agrícola y pecuario, y conservación de vida silvestre, lo que demostró que todos los parámetros analizados están dentro de los criterios de calidad excepto los datos de DBO5 y DQO en la mayoría de los bofedales, también se analizaron los parámetros físicos y químicos a través del ICA-NFS (1970) con el método Delphi y por medio del sistema online “Calculadora” del Water Research Center, desarrollado por Oram (2015), donde se obtuvo la calidad de agua de los bofedales los mismo que se presentaron desde un rango de BUENA a EXCEENTE calidad. Finalmente se analizó la calidad de agua mediante los Índices biológicos: EPT, BMWP/Col, ABI/Ecuador e Índice adaptado a los bofedales de la RPFCH, donde se obtuvo una calidad de agua que va desde un rango de Muy Mala/Crítica en Los Hieleros ANI a Excelente únicamente en el bofedal Puente Ayora ANI.

Palabras clave: CALIDAD DE AGUA-MACROINVERTEBRADOS –BOFEDALES

Por: Elizabeth Pucuna

XI. SUMMARY

The present investigation proposes: to determine the quality of water through the use of chemical-chemical and biological parameters in 8 bofedales of the Chimborazo Fauna Production Reserve; for which an inventory of macroinvertebrates was made of each of the bofedales studied where they were collected using the red method of Surber and direct capture, 4757 individuals distributed in 21 families, the most abundant being the Hyalellidae and Limnephilidae families, the same ones that belong to the trophic group of fragmenters and that show a high agricultural and livestock activity very close to the bofedal. Subsequently, the analysis of the physical and chemical parameters was carried out based on the results obtained from the Environmental Analytical Laboratory Water-Effluents Industrial LASA, and compared with the water quality criteria given by the Ministry of Environment of Ecuador (2015) in its TULSMA document for human consumption, agricultural and livestock use, and wildlife conservation, which shows that all parameters analyzed are within the quality criteria except BOD5 and COD data in most bofedales, The physical and chemical parameters were also analyzed through the ICA-NFS (1970) with the Delphi method and through the online system "Calculator" of the Water Research Center, Developed by Oram (2015), where quality was obtained of water from the bofedales The same that have been seen from a range of GOOD to EXCELLENT quality. Finally, the water quality was analyzed using the biological indications: EPT, BMWP / Col, ABI / Ecuador and Index adapted to the bofedales of the RPFCH, where a water quality was obtained that goes from the Very Bad / Critical range in the ANI Ice Coolers an Excellent automatically on the Ayora ANI Bridge bofedal.

KEYWORDS: <WATER QUALITY-MACROINVERTEBRATES>, <BOFEDALES>

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Agudelo, G. P. (2013). *Grupos tróficos de macroinvertebrados acuáticos en un humedal urbano andino de Colombia*. Recuperado el 18 de 03 de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/262754048_Macroinvertebrate_Trophic_Groups_in_an_Andean_Wetland_of_Colombia
- Aguirre, M., Vanegas, E., & García, N. (2016). <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n2/rcta06216.pdf> Aplicación del Índice de Calidad del Agua (ICA). Caso de estudio: Lago de Izabal, Guatemala. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuaria*, XXV(2), 39-43. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v25n2/rcta06216.pdf>
- Alomía, J., Iannacone, A., Alvaríño, L., & Ventura, K. (2017). Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenta alta del río Huallaca, Perú. *The Biologist (Lima)*, XV(1), 65-84. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de [318292300_Macroinvertebrados_bentonicos_para_evaluar_la_calidad_de_las_aguas_de_la_cuenca_alta_del_rio_Huallaga_Peru](https://doi.org/10.17927/318292300_Macroinvertebrados_bentonicos_para_evaluar_la_calidad_de_las_aguas_de_la_cuenca_alta_del_rio_Huallaga_Peru)
- Alonso, A., & Camargo. (2005). Estado actual y perspectivas en el empleo de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos como indicadora del estado ecológico de los ecosistemas fluviales españoles. *Ecosistemas*, 87-99.
- Alzate, F., Álvarez, A., Miranda, D., & Morrone, J. (2018). Aplicación de índices filogenéticos para la definición de prioridades de conservación en los páramos del noroeste de los Andes. *SciELO*. 19(26)27-35.
- Amado, Jesús; Pérez, Pedro; Ramírez, Orlando; Alarcón, Juan. (2016). Análisis de la calidad del agua en la lagunas de Bustillos y de los Mexicanos (Chihuahua, México). *Papeles de Geografía*, I(62), 107-118. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/407/40749621009.pdf>
- Asociación Americana de Salud Pública.(2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Vigesima primera ed.). Washington, DC, Estados Unidos de America: Water Environment Federation. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de www.mwa.co.th.
- Arias, A. (3 de Octubre de 2008). *La Gestión de la Calidad*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de [Webs.ucm.es: http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf](http://webs.ucm.es: http://webs.ucm.es/centros/cont/descargas/documento10123.pdf)
- Armendáriz, L. (Junio de 2008). Ciclo de vida de dero (aulophorus) costatus marcus, 1944 (tubificidae, oligochaeta) en un cuerpo de agua con vegetacion flotante en los talas, argentina. *Scielo*, 72(1), 4. doi:10.4067/S0717-65382008000100004
- Asamblea Constituyente. (2008). Régimen del Buen Vivir. Constitución del Ecuador. Recuperado el 19 de Junio del 2019 de

Acnur.org:<http://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716.pdf?file=fileadmin/Documentos/BDL/2008/6716>

- Bautista, V. (2012). *Estudio de la calidad del agua de la cuenca del Río Chambo en época de estiaje*. (Tesis de grado. Ingeniero Ambiental). Universidad Nacional de Chimborazo Riobamba. Recuperado el 20 de Junio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3221](http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3221)
- Bembow, M. (2009). *Annelida, Oligochaeta y Polychaeta*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/tubificidae>
- Bidault, O. (28 de Junio de 2016). *¿Qué factores determinan la calidad del agua?* Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Waterlogic.es: <https://www.waterlogic.es/blog/que-factores-determinan-la-calidad-del-agua/>
- Brown, K., & Lydeard, C. (2010). *Mollusca*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/lymnaeidae>
- Buitron, C., & Fernández, J. (2012). *Estudio espacial multitemporal de variaciones en superficies observadas a travez de imágenes satelitales LANDSAT en una región del Parque Nacional Sajama Bolivia*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de www.weadapt.org: https://www.weadapt.org/sites/weadapt.org/files/2017/november/estudio_espacial_multitemporal_de_variaciones_en_superficie.pdf
- Bullón, V. (2016). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río perene, Chanchamayo*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Repositorio.uncp.edu.pe: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3462/Bull%C3%B3n%20Alcala.pdf?sequence=1>
- Camargao, J., & García, D. (1988). *Principales características morfológicas de los géneros ibéricos de la familia Limnephilidae (Trichoptera), en sus últimos estadios larvarios*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de www.entomologica.es: <http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/402.pdf>
- Campos, V. (20 de 02 de 2014). *América Latina, entre sequías e inundaciones*. (E. López, Editor) Recuperado el 06 de Agosto 2019 de <https://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-excesoscscasez-agua-disyuntiva-america-latina-21171>
- Caranqui, J., Lozano, P., & Julio, R. (Marzo de 2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, VII(1), 33-45. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n1/1390-6542-enfoqueute-7-01-00033.pdf>
- Carlos, C., & Fierro, K. (2001). *www.flacsoandes.edu.ec*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>

- Carmona, R., & Castillo, J. (2001). Distribución de aves acuáticas y rapaces en un embalse. *SciELO*. 4(26)31-33.
- Carrera, C., & Fierro, K. (2001). *Manual de monitoreo: los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* (1ª. ed.). (O. Zambrano, Ed.) Quito, Pichincha, Ecuador: EcoCiencia. Recuperado el 25 de Junio de 2019
- Carrera, C., & Karol, F. (2001). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de www.flacsoandes.edu.ec: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Carrera, C; Fierro, K. (2002). *Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de www.flacsoandes.edu.ec: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (20 de 04 de 2017). Recuperado el 22 de Septiembre del 2019 de <https://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>
- César, I., Armendáriz, L., Becerra, R., & Liberto, R. (2004). *Biodiversidad de Crustácea (Anostraca, Notostraca, Spinicaudata, Laevicaudata, Ostracoda, Amphipoda y Brachyura Trichodactylidae) de la Mesopotamia argentina*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino.: https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31970731/31112.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1532280948&Signature=XevS%2FTN5TQpmh5YBEkQUydUHIpc%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DBiodiversidad_de_Crustacea_Anostraca_N
- Confederación Hidrográfica del Ebro. (Enero de 2009). Guía de campo. *Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro*, 26. Zaragoza, Zaragoza, España: Cemeyká. Recuperado el 18 de Octubre de 2019.
- Contreras, J. (21 de Noviembre de 2014). *Características Dípteras*. Recuperado el 5 de Agosto de 2018, de www.academia.edu: https://www.academia.edu/9531911/CARACTER%3%8DSTICAS_DE_D%3%8DPTE_RA
- Corporación Autónoma Regional del Tolima. (7 de Noviembre de 2008). *Apéndice Ficha Macroinvertebrados Acuáticos*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de www.cortolima.gov.co: https://www.cortolima.gov.co/sites/default/files/images/stories/centro_documentos/pom_totare/diagnostico/APENDICES/K_apendices2101biodiversidad/21011apendice_macroinvertebrados/k_210apendice_macroinvertebrados.pdf

- Coscarón, S., & Coscarón, C. (2007). *Aquatic Biodiversity in Latin America* (Vol. 3). (J. Adis, J. Arias, G. Rueda, & W. Karl, Edits.) Bulgaria: PENSOFT Publishers. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- Cummings, K., & Graf, D. (2015). *Sphaeriidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/sphaeriidae>
- Cummins, K., Merrit, R., & Andrade, P. (Abril de 2005). The use of invertebrate functional groups to characterize ecosystem attributes in selected streams and rivers in south Brazil. *Estudios on Neotropical Fauna and Environment*, XL(1), 69-89. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/262869371_The_use_of_invertebrate_functional_groups_to_characterize_ecosystem_attributes_in_selected_streams_and_rivers_in_south_Brazil
- Cunha, J., Coutinho, L., & Salla, M. (2019). Metrics of benthic communities and habitat quality associated to different types of land use. 27. 1(12)23-29.
- EcoCiencia (13 de 06 de 2014). Manual de monitoreo-macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua. Recuperado el 20 de 03 de 2018, de [www.globio.info: http://www.globio.info/downloads/78/Report+-+Saenz+%26+Onofa+%282005%29+Indicadores+de+Biodiversidad+p.pdf](http://www.globio.info/downloads/78/Report+-+Saenz+%26+Onofa+%282005%29+Indicadores+de+Biodiversidad+p.pdf)
- EcoCiencia. (10 de 04 de 2012). Monitoreo de los sistemas fluviales. Recuperado el 6 de Agosto del 2019 de <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/el-paramo-y-el-agua-en-el-ecuador.html>
- Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos, B., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S)*. Quito, Pichincha, Ecuador: FONAG. Recuperado el 12 de Marzo de 2019.
- Fernandez, R., & Dominguez, E. (2001). *Guía para la determinación de artrópodos bentónicos sudamericanos*. Tucumán: Editorial Universidad de Tucumán. Recuperado el 16 de Agosto de 2019.
- Forrero, A., Reinoso, G. (2013). Evaluación de la calidad del agua del río Opía (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros Físico-químicos. *Caldasia*, XXXV(2), 371-387. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/41208/42781>
- Garrido, A. (Marzo de 2016). *Propuesta de líneas de acción de la vicuña (vicugna vicugna) en el Ecuador para el aprovechamiento turístico del patrimonio Cultural*". Recuperado el 26 de Julio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4685/1/20T00702.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4685/1/20T00702.pdf)
- Gobierno Regional de Arica y Parinacota . (2015). *Familia Siluliidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Proyecto Similidos: <http://www.similidos.cl/jerjeles/caracteristicas/>

- Gullo, B. (2014). *Biodiversidad de Hirudinea en ambientes dulceacuícolas serranos (Provincia de Buenos Aires), Argentina*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de <http://www.fcnym.unlp.edu.ar>:
http://www.fcnym.unlp.edu.ar/uploads/docs/rmlp_zoo_2014_t23_n181_gullo.pdf
- Hamrsky, J. (2018). *Flatworms*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Life fresh water: <https://lifeinfreshwater.net/contact/>
- Herrera, S., Meneses, R., & Anthelme, F. (Abril de 2015). Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *Ecología en Bolivia*, L(1), 39-56. Recuperado el 26 de Julio de 2019, de http://www.scielo.org.bo/pdf/reb/v50n1/v50n1_a04.pdf
- Holzenthal, R., Blahnik, R., Prather, A., & Kjer, K. (20 de Julio de 2010). *Limnephilidae*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de TOLWEB: <http://tolweb.org/Limnephilidae>
- Iannacone, J., Mansilla, J., & Ventura, K. (2003). Macroinvertebrados en las lagunas de Puerto Viejo, Lima – Perú. *SciELO*. 3(14)32-35.
- Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas. (2013). *Agua. demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)*. Recuperado el 16 de Junio de 2019, de INEN: <http://181.112.149.204/buzon/normas/1202-1.pdf>
- Jaque, E., & Potocí, C. (8 de Octubre de 2015). *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*. Recuperado el 2 de Junio de 2019, de dspace.esPOCH.edu.ec: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4077>
- Javitt, M., Trujillo, N., Cárdenas, E., Perdomo, R., Martín, J., & Rodríguez, R. (Junio de 2012). Presencia de moluscos del género *Lymnaea*, hospedadores intermediarios de *Fasciola hepatica*, en el Parque Recreacional “Los Arroyos” en el municipio Agua Blanca del estado Portuguesa. *Revista deL Colegio de Médicos Veterinarios del Estado de Lara*, 2(1), 23-37. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <https://revistacmvl.jimdo.com/suscripci%C3%B3n/volumen-3/lymnaea/>
- Jucar, C. (s.f.). *Invertebrados*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de IDTAX: http://eportal.mapama.gob.es/id_tax/ficha/buscador/3/5861
- Kawakatsu, M., & Mitchell, R. (Noviembre de 2012). *Platyhelminthes Dugesiidae*. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/233727090_6_Platyhelminthes_Dugesiidae
- Ladrera. (08 de 2012). *Los macroinvertebrados*. Recuperado el 20 de 03 de 2018, de [file:///C:/Users/GABRIEL/Downloads/Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/GABRIEL/Downloads/Dialnet-LosMacroinvertebradosAcuaticosComoIndicadoresDelEs-4015812%20(1).pdf)
- Lenntech. (2019). Recuperado el 01 de 03 de 2019, de <https://www.lenntech.es/nitratos.htm>

- López, F. M. (1995). Macroinvertebrados y calidad de las aguas de la red de la provincia de Castellón.España.
- Loza, S., Meneses, R., & Anthelme, F. (2015). Comunidades vegetales de los bofedales de la Cordillera Real (Bolivia) bajo el calentamiento global. *SciELO*. 23(42)42-46.
- Lozano, Patricio; Armas, Aracely; Machado, Verónica. (Diciembre de 2016). Estrategias para la conservación del ecosistema páramo en Pulinguí San Pablo y Chorrera Mirador, Ecuador. *Enfoque UTE*, VII(4), 55 - 70. Recuperado el 9 de Agosto de 2019, de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n4/1390-6542-enfoqueute-7-04-00055.pdf>
- Marcó, L., Azario, R., Metzler, C., & García, M. (2004). *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)*. Recuperado el 23 de Mayo de 2019, de [http://www.salud-publica.es/http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82\(2004\).pdf](http://www.salud-publica.es/http://www.salud-publica.es/secciones/revista/revistaspdf/bc510156890491c_Hig.Sanid.Ambient.4.72-82(2004).pdf)
- Méndez, Á. (11 de 01 de 2011). Recuperado el 19 de Marzo de 2019, de <https://quimica.laguia2000.com/propiedades/turbidez>
- Meneses, Y., Castro, M., & Jaramillo, A. (2019). Comparacion de la calidad del agua en dos Ríos Altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/COL yABI. 33.
- Meneses; Jaramillo. (2019). Compración de la calidad del agua en dos ríos altoandinos mediante el uso de los índices BMWP/ y ABI. *Acta biológica Colombiana*, XXIV(2), 299-310. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2019000200299
- Meza, A., Rubio, J., Dias, L., & Walteros, Y. (2012). Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenta alta del río Chinchiná. *Caldasia*, XXXIV(2), 443-456. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/39163/46608>
- Ministerio del Ambiente. (2010).Caracterizacion de los bofedales. Recuperado el 20 de 03 de 2018, de <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/783967/892190/Caracterizaci%C3%B3n+de+las+Turberas+y+Bofedales+del+Sistema+de+Humedales+de+las+Provincias+de+Loja%2C%20Azuay+y+Zamora+Chinchipe..pdf/d185b1d1-7fd3-422e-a44f-56a121a99a2f>
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado de http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf

- Ministerio del Ambiente. (4 de Noviembre de 2015). *Libro vi del texto unificado de legislacion secundaria del ministerio del ambiente: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua*. Recuperado de FAO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdfecu112180.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (Marzo de 2003). *Texto unificado de legislacion secundaria de Ecuador*. Recuperado de www.ambiente.gob.ec: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado el Marzo de 2018, de SNI 2014: <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Muños, P., Bueno, M., & Moncada, L. (1984). Simuliidae (insecta: diptera) de Colombia. iv-clave grafica para la identificacion de los simulidos de la region de la calera, cundinamarca. *Biomedica*, 4(1), 14-15. Recuperado el 10 de Junio de 2019
- Muñoz, M., & Vélez, I. (Diciembre de 2007). Redescrición y algunos aspectos ecológicos de *Girardia tigrina*, *G. cameliae* y *G. paramensis* (Dugesiiidae, Tricladida) en Antioquia, Colombia. *Scielo*, 78(2), 2-3. Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000200006
- Nieto, N. (22 de Junio de 2011). La gestión del agua: tensiones globales y latinoamericanas. *Política y Cultura*, 1(36), 157-176. Recuperado el 21 de Julio de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-77422011000200007
- Ochoa, P. (2015). *Manejo y conservación del suelo y agua en los Andes del Sur de Ecuador*. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de RIUMA:
- Organización de las Naciones Unidas. (22 de Octubre de 2014). *Decenio internacional para la accion "Agua fuente de vida" 2005-2015*. Recuperado el 26 de Septiembre de 2018, de Organizacion de las Naciones Unidas: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Oram, B. (2015). *Monitoring the Quality of Surface Waters (WQI Calculator)*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de Water Research Center: <https://water-research.net/index.php/water-treatment/water-monitoring/monitoring-the-quality-of-surfacewaters>
- Payeras, A. (2018). *Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego*. Recuperado el 27 de Septiembre de 2018, de Bonsai Menorca: <http://www.bonsaimenorca.com/informacion/contactar/>
- Perez, S., & Wolff, M. (Junio de 2011). *Muscidae (insecta, diptera): importancia y diversidad para Colombia*. Recuperado el 22 de Julio de 2018, de <http://ciencias.medellin.unal.edu.co>: <http://ciencias.medellin.unal.edu.co/museos/entomologico/images/Boletin/2011-06/4.pdf>
- Puig, A. (2017). *clasificacion de la calidad del agua*. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/portal/enciclopedia/terminos/Bioindic.htm>

- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, XXXVIII(3), 41-51. Recuperado el 8 de Agosto de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300004
- Ramírez, A. (Diciembre de 2010). Métodos de Recolección. *Revista de Biología Tropical*, LVIII(4), 41-50. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800002
- Reinoso, L. (Abril de 2016). *Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca del Río Blanco de la Provincia de Chimborazo mediante macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores*. Recuperado el 3 de Junio de 2019, de [dspace.esPOCH.edu.ec: http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4948](http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4948)
- Rodríguez, L., Ríos, P., Espinosa, M., Cedeño, P., & Jiménez, G. (2016). Caracterización de la calidad de agua mediante macroinvertebrados bentónicos en el río Puyo, en la Amazonía Ecuatoriana. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de Scielo:http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01888897201600037
- Roldán. (1992). *Fundamentos de la limnología Neotropical*. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del IBMWP/Col*. Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Roldán, G. (2012). *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua*. Bogotá D.C, Colombia: Imprenta Nacional de Colombia.
- Romero, J. (2002). Recuperado el 12 de Septiembre del 2018, de <http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>
- Safit. (2003). *Tolerance Values & Functional Feeding Groups*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de SAFIT: http://www.safit.org/Docs/Tolerance_Values_and_Functional_Feeding_Groups.xls
- Salom, & Vega. (16 de Enero de 1990). *Formas juveniles de los Tabanos de España (Tabanidae: Diptera)*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de www.digitum.um.es: <https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/1731/1/AB16%20%281990%29%20p%2037-48.pdf>
- Sánchez, M. (2005). 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 las Ciencias Básicas*, 54-67.
- Secretaría Nacional del Agua. (2012). *Diagnóstico de las estadísticas del agua en Ecuador informe final*. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de SENAGUA: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>

- Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (29 de 08 de 2015). *Características del Ecosistema páramo*. Recuperado el 19 de 03 de 2018, de areasprotegidas.ambiente.gob.ec: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-de-produccion-de-fauna-estatica-chimborazo>
- Sobarzo, C., Jara, P., Peredo, S., & Parada, E. (2002). Primer registro de *Musculium argentinum* (d'Orbigny 1835) (bivalvia: sphaeriidae) en aguas continentales Chilenas. *SciELO*, 66(1), 7. doi:10.4067/S0717-65382002000100006
- Soria, I. (Octubre de 2016). *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*. (Tesis de grado. Ingeniero civil ambiental). Escuela Politécnica Nacional. Quito. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de <https://192.188.57.199/bitstream/15000/16736/1/CD-7332.pdf>
- Sotelo, R., Leví, A., & Rodríguez, A. (2014). Primer registro del género *Clunio* (Diptera: Chironomidae) asociado a las comunidades coralinas de islas Marietas, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 14-23. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de www.elsevier.es: <http://www.elsevier.es/es-revista-revista-mexicana-biodiversidad-91-pdf-90371938-S300>
- Springer, M. (Diciembre de 2010). Trichoptera. *Revista de Biología Tropical*, 58(4). Recuperado el 9 de Junio de 2019, de Scielo: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000800007
- Stock, J. N. (2015). *Metodología para clasificación de la calidad del agua*. Recuperado el 20 de 03 de 2018, de www2.congreso.gob.pe: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BC55AAE235A063F705257C6200804154/\\$FILE/Guia_Metodologica_Bofedales.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BC55AAE235A063F705257C6200804154/$FILE/Guia_Metodologica_Bofedales.pdf)
- Terneus, E. (2018). Principios fundamentales en torno a la calidad del agua, el uso de bioindicadores acuáticos y la restauración ecológica fluvial en Ecuador. *SciELO*. 2(18)36-22.
- Thorp, J., & Rogers, C. (2016). *Keys to Nearctic Fauna Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates - Volume II* (4a. ed., Vol. 2). London, England: Elsevier.
- Tolweb. (15 de Febrero de 2011). *Scirtidae Marsh beetles*. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de Tree of Life Web Project: <http://tolweb.org/Scirtidae/9613>
- Torres, P., Cruz, H., Patiño, P. (2009). 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*, VIII(5), 79-94. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

- Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima, Perú: Zona Comunicaciones S.A.C. . Recuperado el 27 de Septiembre del 2019
- Vásquez, A. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *SciELO*, 63.
- Viteri, M. (Junio de 2017). Determinación de bioindicadores y protocolos de la calidad de agua en el embalse de la Central Hidroeléctrica Baba. *Dominio de las Ciencias Vol. 3, núm. 3, junio, 2017, pp., III(3), 628-646*. Recuperado el 29 de Julio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/6326670.pdf>
- Walteros, J., Rojas, J., & Marulanda, J. (2016). Ensamble de macroinvertebrados acuáticos y estado ecológico de la microcuenca DalíOtún, Departamento de Risaralda, Colombia. *Hidrobiológica, XXVI(3), 359-371*. Recuperado el 28 de Julio de 2019, de <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/578/57851062002/6>
- Wheaton, F. (1987). Acuacultur. En *Diseño y construcción de sistemas*. México: Aguatas, S.A.
- Zalazar, Caros; Elizabeth, Murillo; Oviedo & Nestor. (2016). Calidad física, química y biológica de las aguas residuales del jardín botánico. *Revista Tumbaga*, 115-133.
- Zambiaso, V., Gallardo, L., Poi, A., & Coronel, J. (2019). Las Podostemaceae como hábitat para los macroinvertebrados en arroyos de Misiones (Argentina). *Scielo*, 5.

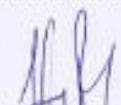
XIII. ANEXOS

1. Análisis físico-químicos del agua de los bofedales de la RPFCH

a. Pachancho BI

 LASA LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL AGUA - EFLUENTES INDUSTRIALES		 Servicio de Acreditación Ecuatoriano			
		Acreditación N° SAE LEN 06-002 LABORATORIO DE ENSAYOS			
INFORME DE RESULTADOS					
Nº LASA 06-06-19-0134 ORDEN DE TRABAJO N°: 02377-19					
<i>DATOS DEL CLIENTE</i>					
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO		DIRECCIÓN: PARAMERICANA SUR KM 1 1/2			
TELÉFONO/FAX: 2998200		TIPO DE MUESTRA: AGUA			
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL		CODIGO INICIAL: M1			
PRECEDENCIA: PACTIANCTO					
<i>DATOS DEL LABORATORIO</i>					
MUESTREO POR: SOLICITANTE		FECHA DE MUESTREO: -			
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-06/06/19		INGRESO AL LABORATORIO: 22/05/2019			
CÓDIGO DE MUESTRA: 795-19		FECHA DE ENTREGA: 06/06/2019			
		NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)			
		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO			
REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO					
ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE II (n=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,55	N.A.	Método interno *
2	CALCIO	mg/l	15,00	± 2,40	PTB-LASA-FQ-04 AFHA 1900 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	174,5	± 10,71	PTB-LASA-FQ-02 AFHA 2510 B
4	D.D.O.S DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	PTB-LASA-FQ-07 AFHA 5110 B
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PTB-LASA-FQ-04 AFHA 5100 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	85,40	± 6,39	PTB-LASA-FQ-06c AFHA 2140 C
7	FOSFORO TOTAL	mg/l	<0,10	N.A.	AFHA 1900 F C *
8	MAGNESIO	mg/l	11,66	N.A.	AFHA 1900 Mg H *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,50	N.A.	PTB-LASA-FQ-23 AFHA 4500 N5, B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PTB-LASA-FQ-34 AFHA 4500 N5, B
11	OXÍGENO DISUÉLTO	mg/l	0,54	N.A.	AFHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUÉLTO	%	99,1	N.A.	AFHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	<20	N.A.	PTB-LASA-FQ-45 AFHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	PTB-LASA-FQ-09a AFHA 4900 S2, E

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


 DE JUAN IGNACIO PAREJO
 GERENTE DEL LABORATORIO

Para toda la información general por cualquier medio no precisa 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 necesite verificación de exactitud y precisión, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al método y detectada por el método específico.
 El laboratorio se compromete con la Integridad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y detallada en www.laboratoriolasa.com).

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfono: 2469- 814 / 2269-012
 Juan Ignacio Parejo OES-97 y Simón Córdova • Teléfono: 2200-815 • Celular: 099 9236 287
 e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Fig. 1 de 1

b. Puente Ayora BNI

INFORME DE RESULTADOS

REF: LASA-05-04-19-0218
ORDEN DE TRABAJO No. 0203-19

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 AYORA BNE
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CODIGO INICIAL: 588	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 22/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 22/05-06/06/19	FECHA DE ENTREGA: 06/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7399-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,48	N.A.	Método Nessler *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	PSE-LASA-FQ-06J AFHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	45,10	± 2,71	PSE-LASA-FQ-03 AFHA 2510 B
4	DUROS DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	PSE-LASA-FQ-07 AFHA 5110 B
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PSE-LASA-FQ-04 AFHA 5210 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	<20	N.A.	PSE-LASA-FQ-01c AFHA 2140 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	<0,10	N.A.	AFHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	AFHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,40	N.A.	PSE-LASA-FQ-23 AFHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PSE-LASA-FQ-54 AFHA 4500 NO ₂ B *
11	OXÍGENO DISUELTU	mg/l	6,00	N.A.	AFHA 4500 O O *
12	OXÍGENO DISUELTU	%	92,3	N.A.	AFHA 4500 O O *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	30,00	± 10,08	PSE-LASA-FQ-05 AFHA 2540 B
14	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	PSE-LASA-FQ-09a AFHA 4500 SO ₄ B

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



DR. MARCO CORDERO
GERENTE DEL LABORATORIO

Reservados los derechos parciales por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se reserva todos los derechos de los análisis, efectuados en relación únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se realizan análisis de conformidad y aplican, se tendrán en cuenta el valor de la incertidumbre asociado al resultado y declarado 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 editorial de notas y detalles de www.laboratoriolasa.com)

Pág. 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469-814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja 085-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

INFORME DE RESULTADOS

INF-LASA-06-06-03-07135
ORDEN DE TRABAJO No. 0237-09

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: PUNTE AYORA ANI
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M2	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 22/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 22/05-06/06/19	FECHA DE ENTREGA: 06/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Uno (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7796-09	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE 1 (n=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	<0,10	N.A.	Método Intero *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	PSE-LASA-FQ-014 APHA 3500 Ca D
3	CONDUCTIVIDAD	uS/cm	41,01	± 3,80	PSE-LASA-FQ-02 APHA 2510 D
4	D.B.O. DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	PSE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PSE-LASA-FQ-04 APHA 5210 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	23,41	± 2,58	PSE-LASA-FQ-01b APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	<0,10	N.A.	APHA 4500 F *
8	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	APHA 3900 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,30	N.A.	PSE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO, B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PSE-LASA-FQ-34 APHA 4500 NO, B
11	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	6,51	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTTO	%	101,2	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	<20	N.A.	PSE-LASA-FQ-03 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	<30	N.A.	PSE-LASA-FQ-05b APHA 4500 SO, E

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



DR. MARCO CEVALLOS
GERENTE DE LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se compromete a la exactitud de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan certificaciones de conformidad y aplican, se tendrán en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la Seguridad y Confidencialidad de la información y los resultados. En cualquier caso de este informe cumple la aceptación de la política interna al tener y declararlo en www.laboratoriofisa.com

Página 1 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfono: 2969-814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja OES-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099-9236-287
e-mail: info@laboratoriofisa.com • web: www.laboratoriofisa.com • Quito - Ecuador



LASA
LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL
AGUA - EFLUENTES INDUSTRIALES



Servicio de Acreditación Ecuatoriano
Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA-06-06-FR-0217
ORDEN DE TRABAJO No. 42337-19

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 AYORA ANI
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: 00	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 22/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 22/05-06/06/19	FECHA DE ENTREGA: 06/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7708-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1.	AMONIO	mg/l	0,18	N.A.	Método Indirecto *
2.	CALCO	mg/l	<10	N.A.	ISE-LASA-FQ-014 APHA 3500 Ca D
3.	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	97,90	± 5,87	ISE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4.	D.B.O5 DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	ISE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
5.	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	ISE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6.	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	47,86	± 4,60	ISE-LASA-FQ-01b APHA 2340 C
7.	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,77	N.A.	APHA 4500 P C *
8.	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	APHA 3900 Mg B *
9.	N-NITRATOS	mg/l	0,48	N.A.	ISE-LASA-FQ-25 APHA 4500 NO ₃ B *
10.	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	ISE-LASA-FQ-54 APHA 4500 NO ₂ B
11.	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	6,11	N.A.	APHA 4500 O G *
12.	OXÍGENO DISUELTTO	%	93,9	N.A.	APHA 4500 O G *
13.	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	<20	N.A.	ISE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14.	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	ISE-LASA-FQ-08a APHA 4500 SO ₄ E

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

DR. MARCO URBARRIDO
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 e tratada por el laboratorio.
Cuando se emitan certificaciones de conformidad y aptitud, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y derivada 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 laboral a tener y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfono: 2469-814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja 0625-97 y Simón Cienfuegos • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador



LASA
LABORATORIO ANALITICO AMBIENTAL
AGUA - EFLUENTES INDUSTRIALES



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

IFE LASA 07-05-19-01067
ORDEN DE TRABAJO No. 02986-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2996300	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: CONDOR SAMANA
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M2	

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 27/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 27/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Uno (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8032-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	<0,13	N.A.	Método Interm. *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	IFE-LASA-FQ-01 AFHA 1500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	143,90	± 1,61	IFE-LASA-FQ-02 AFHA 2530 B
4	D.O.D. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	IFE-LASA-FQ-07 AFHA 5230 B
5	D.O.D. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	IFE-LASA-FQ-04 AFHA 5230 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	69,39	N.A.	IFE-LASA-FQ-01c AFHA 2330 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	<0,10	N.A.	AFHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	11,55	N.A.	AFHA 3900 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,70	N.A.	IFE-LASA-FQ-23 AFHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	IFE-LASA-FQ-34 AFHA 4500 NO ₂ B
11	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	8,65	N.A.	AFHA 4500 O H *
12	OXÍGENO DISUELTTO	%	102,80	N.A.	AFHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	36,80	± 10,08	IFE-LASA-FQ-03 AFHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	IFE-LASA-FQ-09a AFHA 4500 SO ₄ B

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



DR. MARIO CELIS
GERENTE DEL LABORATORIO

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza en la realización de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se emitan informes de confiabilidad y aplican, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método específico.
El laboratorio se compromete con la fiabilidad y confiabilidad de la información y los resultados. La aceptación de este informe implica la aceptación de la política laboral al tener y declarada en www.laboratorioelasa.com

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

Fig. 1 de 1



INFORME DE RESULTADOS

INF.LASA.07-06-19-02186
ORDEN DE TRABAJO No. 02MVA-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR K.M. 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2598200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: BODEFAL LAZARAZA
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL		CODIGO INICIAL: M4

DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 23/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Uno (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 7988-19		REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,35	N.A.	Método Interno *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	PTE-LASA-FQ-06d APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	49,30	± 2,96	PTE-LASA-FQ-02 APHA 2510 B
4	D.B.O.5 DEMANDA BIQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	PTE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PTE-LASA-FQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	20,55	± 1,26	PTE-LASA-FQ-05c APHA 2140 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	<0,10	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	<0,20	N.A.	PTE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PTE-LASA-FQ-34 APHA 4500 NO ₂ B
11	OXÍGENO DISUUELTO	mg/l	6,34	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUUELTO	%	97,8	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	<20	N.A.	PTE-LASA-FQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	PTE-LASA-FQ-09a APHA 4500 SO ₄ C

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

DR. MARCO CORDERO
GERENTE DEL LABORATORIO

Finalizada la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se reserva todos los derechos de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se realice cualquier otro análisis, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarado por el método correspondiente.
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 NS3-113 y Gonzalo Gallo • Teléfonos: 2469-814 / 2269-012
Juan Ignacio Parejo OES-97 y Simón Cárdenas • Teléfono: 2290-815 • Celular: 099-9236-287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

Fig. 1 de 1



Acreditación N° SAE LEN 00-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

RF-LASA-07-06-19-02194
ORDEN DE TRABAJO No. 0336-09

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2598200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PROCEDENCIA: PORTAL ANDINO
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M1	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 23/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 27/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 03/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 8231-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	0,30	N.A.	Método hetero *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	PEE-LASA-PQ-014 APHA 3500 Ca B
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	25,40	± 1,52	PEE-LASA-PQ-02 APHA 2510 B
4	D.D.O. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<30	N.A.	PEE-LASA-PQ-07 APHA 5210 B
5	D.Q.O. DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PEE-LASA-PQ-04 APHA 5220 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	<20	N.A.	PEE-LASA-PQ-016 APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,11	N.A.	APHA 4500 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	APHA 3500 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	0,40	N.A.	PEE-LASA-PQ-23 APHA 4500 NO, D *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PEE-LASA-PQ-34 APHA 4500 NO, D
11	OXÍGENO DISUELT	mg/l	7,26	N.A.	APHA 4500 O I *
12	OXÍGENO DISUELT	%	112,30	N.A.	APHA 4500 O I *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	66,00	± 0,24	PEE-LASA-PQ-05 APHA 2540 D
14	SULFATOS	mg/l	<10	N.A.	PEE-LASA-PQ-006 APHA 4500 SO, E

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

DR. MARIO E. DURRO
GERENTE DEL LABORATORIO

Finalizada la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza analista con respecto de los análisis, el resultado se refiere únicamente a la muestra recibida o tomada por el laboratorio.
Cuando se usen métodos de confiabilidad y aplican, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociado al resultado y declarado por el analista responsable.
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. 3 de 1

Av. de la Prensa N53-113 y Gonzalo Gallo • Teléfono: 2469-814 / 2269-012
Juan Ignacio Pareja 0615-97 y Simón Córdova • Teléfono: 2290-815 + Celular: 099 9236 287
e-mail: info@laboratoriolasa.com • web: www.laboratoriolasa.com • Quito - Ecuador

h. Los Hieleros ANI



LASA
LABORATORIO ANALÍTICO AMBIENTAL
AGUA - EFLUENTES INDUSTRIALES



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° SAE LEN 06-002
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE RESULTADOS

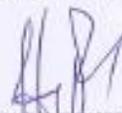
INF.LASA.07-06-09-02165
ORDEN DE TRABAJO No. 02385-19

DATOS DEL CLIENTE		
SOLICITADO POR: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	DIRECCIÓN: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2	
TELÉFONO/FAX: 2998200	TIPO DE MUESTRA: AGUA	PRECEDENCIA: CAMINO DE LOS HIELOS
IDENTIFICACIÓN: AGUA RESIDUAL	CÓDIGO INICIAL: M3	
DATOS DEL LABORATORIO		
MUESTREO POR: SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 27/05/2019
FECHA DE ANÁLISIS: 27/05-07/06/19	FECHA DE ENTREGA: 07/06/2019	NÚMERO DE MUESTRAS: Una (1)
CÓDIGO DE MUESTRA: 803-19	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	

REPORTE DE ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	MUESTRA	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	AMONIO	mg/l	2,17	N.A.	Método Indirecto *
2	CALCIO	mg/l	<10	N.A.	PSE-LASA-FQ-014 APHA 3500 Ca D
3	CONDUCTIVIDAD	µS/cm	<20	N.A.	PSE-LASA-FQ-02 APHA 2510 D
4	D.B.O5 DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	mg/l	<80	N.A.	PSE-LASA-FQ-07 APHA 5210 B
5	D.Q.O DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/l	<100	N.A.	PSE-LASA-FQ-04 APHA 5210 C
6	DUREZA TOTAL	mg CaCO ₃ /l	<20	N.A.	PSE-LASA-FQ-016 APHA 2340 C
7	FÓSFORO TOTAL	mg/l	0,31	N.A.	APHA 4100 P C *
8	MAGNESIO	mg/l	<6	N.A.	APHA 3100 Mg B *
9	N-NITRATOS	mg/l	<0,20	N.A.	PSE-LASA-FQ-23 APHA 4500 NO ₃ B *
10	N-NITRITOS	mg/l	<0,02	N.A.	PSE-LASA-FQ-34 APHA 4500 NO ₂ B
11	OXÍGENO DISUELTTO	mg/l	7,09	N.A.	APHA 4500 O G *
12	OXÍGENO DISUELTTO	%	108	N.A.	APHA 4500 O G *
13	SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	mg/l	215,00	± 30,10	PSE-LASA-FQ-03 APHA 2540 D
14	SILICATOS	mg/l	<80	N.A.	PSE-LASA-FQ-08a APHA 4500 Si, E

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


DR. MARCO CUERVO
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 y enviada por el laboratorio.

Cuando se emitan críticas de conformidad y acciones, se tendrá en cuenta el valor de la incertidumbre asociada al resultado y declarada por el método respectivo.

El laboratorio se compromete con la imparcialidad y la objetividad de la información y los resultados (los resultados de este informe implican la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com)

Pág. 3 de 4

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