

REPÚBLICA DEL ECUADOR
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR TENA



ÁREA DE MEDICIÓN Y MONITOREO AMBIENTAL

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MEDICIÓN Y MONITOREO
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO
PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE
MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE
MANEJO AMBIENTAL. PERÍODO ENERO A JUNIO 2018.**

Tesis de Grado, presentada como requisito parcial para optar por el Título de
Tecnóloga en Medición y Monitoreo Ambiental.

AUTORAS: Ana María Caluña Lumisaca.

Johanna Nataly Jaramillo Lalama.

DIRECTORA DE TESIS: Ing. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg.Sc.

Tena – Ecuador

2018

ING. RNR. BETTY ALEXANDRA JARAMILLO TITUAÑA., MG.SC.

**DOCENTE DE LA CARRERA EN MEDICIÓN Y MONITOREO
AMBIENTAL DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR TENA.**

CERTIFICA:

Que el presente Trabajo de Titulación titulado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL. PERÍODO ENERO A JUNIO 2018” desarrollada por Ana María Caluña Lumisaca y Johanna Nataly Jaramillo, ha sido elaborada bajo mi dirección y cumple con los requisitos de fondo y de forma que exigen los respectivos reglamentos e instituciones. Por ello autorizo su presentación y sustentación.

Tena, 13 de agosto del 2018

Ing. RNR. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña; Mg.Sc.
DIRECTORA DE TESIS

CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Tena, 5 de octubre del 2018

Los Miembros del Tribunal de Grado abajo firmantes, certificamos que el Trabajo de Titulación denominado **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL. ENERO A JUNIO 2018”**, presentada por las señoritas: Ana María Caluña Lumisaca y Johanna Nataly Jaramillo Lalama, estudiantes de la carrera de Medición y Monitoreo Ambiental del Instituto Tecnológico Superior Tena, ha sido corregida y revisada; por lo que autorizamos su presentación.

Atentamente;

Ing. Natali Maribel Freire Tixe.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Víctor Hugo Polo Cervantes., Mg.Sc.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Lcda. Lilian Verónica Paguay Chacha.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AUTORÍA

Nosotras, ANA MARÍA CALUÑA LUMISACA y JOHANNA NATALY JARAMILLO LALAMA, declaramos ser autoras del presente Trabajo de Titulación y absolvemos expresamente al Instituto Tecnológico Superior Tena, y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo al Instituto Tecnológico Superior Tena, la publicación de nuestro trabajo de Titulación en el repositorio institucional- biblioteca Virtual.

AUTORES:

ANA MARÍA CALUÑA LUMISACA
CEDULA: 1500859689

JOHANNA NATALY JARAMILLO L.
CÉDULA: 2200512305

FECHA: Tena, 13 de agosto del 2018

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR

Nosotras, ANA MARÍA CALUÑA LUMISACA y JOHANNA NATALY JARAMILLO LALAMA, declaro ser autora del Trabajo de Titulación titulado: **“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL, PERÍODO ENERO A JUNIO 2018.”**, como requisito para la obtención del Título de: TECNÓLOGAS EN MEDICIÓN Y MONITOREO AMBIENTAL: autorizo al Sistema Bibliotecario del Instituto Tecnológico Superior Tena, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual del Instituto, a través de la visualización de su contenido que constará en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio el Instituto. El Instituto Tecnológico Superior Tena, no se responsabiliza por el plagio o copia de la Tesis que realice un tercero. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Tena, 17 de Agosto del 2018, firman las autoras.

AUTORA 1: Ana María Caluña Lumisaca.

FIRMA:

CÉDULA: 1500859689

DIRECCIÓN: Aeropuerto N°1, calle Simón Bolívar.

CORREO ELECTRÓNICO: gabyta18anita@hotmail.com

TELÉFONO: 062887272 **CELULAR:** 0998989131

AUTORA2: Johanna Nataly Jaramillo Lalama.

FIRMA:

CÉDULA: 2200512305 **CELULAR:** 0998669941

DIRECCIÓN: calle Cesar Augusto Rueda y Víctor San Miguel.

CORREO ELECTRÓNICO: johissnaty@hotmail.com

DATOS COMPLEMENTARIOS

DIRECTOR DE TESIS: Ing. RNR. Betty Alexandra Jaramillo Tituaña., Mg.Sc.

TRIBUNAL DEL GRADO:

Ing. Natali Maribel Freire Tixe. (Presidente).

Ing. Víctor Hugo Polo Cervantes., Mg.Sc. (Miembro).

Lcda. Lilian Verónica Paguay Chacha. (Miembro).

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedicamos con mucho amor a Dios y la Virgen santísima, por permitirnos seguir superándonos día a día, a nuestros padres que con su cariño y ejemplo de superación supieron brindarnos todo el apoyo para la culminación de nuestra carrera profesional.

A nuestros demás familiares y amigos (as) quienes nos apoyaron incondicionalmente para seguir luchando día a día y lograr nuestras metas propuestas.

Ana María Caluña Lumisaca.
Johanna Nataly Jaramillo Lalama.

AGRADECIMIENTO

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación.

Nuestro agradecimiento al Instituto Tecnológico Superior Tena, que a través de la carrera de Medición y Monitoreo Ambiental obtuvimos la oportunidad de adquirir conocimientos técnicos que han contribuido a nuestra formación profesional y a nuestros docentes quienes nos brindaron su paciencia, apoyo, sabiduría y que gracias a ellos logramos cumplir el sueño de graduarnos.

También dejar constancia de nuestro agradecimiento a Luis Mueses un querido amigo con quien hemos compartido alegrías y tristezas, sin él esta meta nunca se hubiera cumplido, porque con sus sabias palabras nos ha motivado a seguir adelante y no desmayar.

Ana María Caluña Lumisaca.
Johanna Nataly Jaramillo Lalama.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PAG.
CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL CALIFICADOR	iii
AUTORÍA	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR	v
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
A. TÍTULO	xvii
B. RESUMEN	xviii
C. INTRODUCCIÓN	49
D. REVISIÓN DE LITERATURA	51
4.1. Evaluación de Impactos Ambiental.....	51
4.2. Línea Base.....	52
4.3. Agua.....	52
4.3.1. Importancia del Agua.....	52
4.3.2. Contaminación del Agua.....	53
4.3.3. Fuentes que Contaminan el Agua.....	53
4.3.4. Parámetros Físicoquímicos del Agua.....	54
4.3.5. Ventajas y desventajas de utilizar parámetros físicoquímicos en la calidad del agua.....	59
4.4. Bioindicadores.....	60
4.4.1. Características de los Bioindicadores.....	60
4.4.2. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.....	61

4.4.3.	Macroinvertebrados.....	61
4.4.4.	Alimentación de los Macroinvertebrados.	63
4.4.5.	Porque los macroinvertebrados acuáticos son buenos indicadores de la calidad del agua.	64
4.4.6.	Impactos al ecosistema fluvial que alteran la comunidad de macroinvertebrados.	65
4.4.7.	Importancia de los macroinvertebrados en las redes tróficas.....	68
4.5.	Principales Grupos Taxonómicos de Macroinvertebrados Acuáticos.....	69
4.5.1.	Orden Neuróptera (Megalóptera).....	69
4.5.2.	Orden Ephemeroptera (Mosca de Mayo).....	69
4.5.3.	Orden Odonata (Libélulas).....	70
4.5.4.	Orden Plecóptera.	71
4.5.5.	Orden Coleoptera (Escarabajos).....	72
4.5.6.	Orden Hemiptera (Chinches).	73
4.5.7.	Orden Díptera (Moscas y Mosquitos).	74
4.5.8.	Orden Trichóptera (Moscas y Mosquitos).	75
4.5.9.	Phylum Anélida.....	76
4.5.10.	Clase Gasterópoda.....	77
4.6.	Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)	77
4.7.	Índice Biótico Andino.	79
4.8.	Plan de Manejo Ambiental.....	80
4.9.	Marco Legal.	80
4.9.1.	Constitución de la República del Ecuador (2008).....	80
4.9.2.	Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).....	84
4.9.3.	Ley de Aguas, Codificación.	85
4.9.4.	Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial 418,10-IX,2004).....	89
4.9.5.	Código Orgánico del Ambiente (COA,2013)	89
4.10.	Marco Conceptual.	90
E.	MATERIALES Y MÉTODOS	94
5.1.	Materiales.	94

5.1.1.	Equipos.....	94
5.1.2.	Herramientas.	94
5.1.3.	Instrumentos.	95
5.2.	Métodos.....	96
5.2.1.	Ubicación del Área de Estudio.....	96
5.2.2.	Ubicación Geográfica.....	98
5.3.	Aspectos biofísicos y climáticos.	100
5.3.1.	Aspectos biofísicos.....	100
5.3.2.	Aspectos climáticos.....	104
5.4.	Tipo de investigación.	108
5.4.1.	Investigación descriptiva.....	108
5.4.2.	Investigación de campo.....	108
5.5.	Levantar una línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.	109
5.5.1.	Gestión institucional.....	109
5.5.2.	Identificación del área de estudio.....	109
5.5.3.	Elaboración y Aplicación de la Matriz:.....	109
5.5.4.	Obtención de Resultados.....	116
5.6.	Determinar la calidad del agua mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik... 117	
5.6.1.	Identificación del Punto de Muestreo.....	117
5.6.2.	Muestreo de Macroinvertebrados.....	118
a)	Recolección de la Muestra.	118
b)	Limpieza de Macroinvertebrados.....	119
c)	Preservación de la Muestra.	119
d)	Etiqueta de la Muestra.....	119
e)	Identificación de Macroinvertebrados.....	120
5.7.	Proponer un Plan de Manejo Ambiental modelo para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.....	120
F.	RESULTADOS.....	124

6.1.	Levantar una línea base de las Fuentes Hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.	124
6.1.1.	Gestión Institucional.	124
6.1.2.	Identificación del Área de Estudio.	124
6.1.3.	Elaboración y Aplicación de la Matriz.	126
6.1.4.	Obtención de Resultados.	126
6.2.	Determinar la Calidad del Agua mediante la identificación de Macroinvertebrados Acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.	137
6.2.1.	Identificación del Punto de Muestreo.	137
6.2.2.	Muestreo de Macroinvertebrados.	137
6.3.	Proponer un Plan de Manejo Ambiental modelo para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.	145
6.3.1.	Propuesta del Plan de Manejo Ambiental.	145
G.	DISCUSIÓN	156
7.1.	Levantar una línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Río Shitik.	156
7.2.	Determinar la calidad de agua mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik... ..	157
7.3.	Proponer un Plan de Manejo Ambiental para el área de estudio.	159
H.	CONCLUSIONES	160
I.	RECOMENDACIONES	162
J.	BIBLIOGRAFÍA	163
K.	ANEXOS	166

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁG.
Cuadro 1. Ventajas y desventajas del uso de factores fisicoquímicos como indicadores de la calidad del agua.....	59
Cuadro 2. Índice BMWP/COL.....	78
Cuadro 3. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI).....	79
Cuadro 4. Flora del Cantón Tena.	101
Cuadro 5. Mamíferos del Cantón Tena.	102
Cuadro 6. Réptiles del Cantón Tena.	103
Cuadro 7. Anfibios del Cantón Tena.....	103
Cuadro 8. Aves del Cantón Tena.	104

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	PÁG.
Tabla 1. Precipitación mensual del 2014.	105
Tabla 2. Valor de humedad relativa del 2014.	106
Tabla 3. Temperatura mensual del 2014.	107
Tabla 4. Localización de los Puntos Muestreados.	117
Tabla 5. Tiempo Atmosférico.	126
Tabla 6. Características del Tramo de Muestreo.	127
Tabla 7. Caracterización de la Corriente de Agua.	128
Tabla 8. Vegetación Riparia.	129
Tabla 9. Forma Física de la Corriente.	131
Tabla 10. Calidad del Agua.	133
Tabla 11. Sedimentos/Sustratos.	134
Tabla 12. Organismos Acuáticos.	135
Tabla 13. Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP/Col.	140
Tabla 14. Resultados de los 4 puntos muestreados con el índice ABI.	142
Tabla 15. Descripción de los puntos muestreados en los Análisis Físicoquímicos. .	143
Tabla 16. Análisis de aguas referente a 3 puntos del estudio. (Ver Anexos 6, 7 y 8)	144
Tabla 17. Cronograma de actividades para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.	155
Tabla 18. Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA).	155

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CONTENIDO	PÁG.
Gráfico 1.....	105
Gráfico 2.....	106
Gráfico 3.....	107
Gráfico 4.....	126
Gráfico 5.....	127
Gráfico 6.....	128
Gráfico 7.....	129
Gráfico 8.....	130
Gráfico 9.....	132
Gráfico 10.....	132
Gráfico 11.....	133
Gráfico 12.....	134
Gráfico 13.....	135
Gráfico 14.....	136
Gráfico 15.....	141
Gráfico 16.....	143

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁG.
Figura 1. Mapa Ubicación Geográfica del Área de Estudio.	97
Figura 2. Mapa de Ubicación Geográfica del Área de Estudio.....	99
Figura 3. Mapa de la Ubicación de los Puntos de Muestreo.	125

ÍNDICE DE ANEXOS

CONTENIDO	PÁG.
Anexo 1. Oficio dirigido al Propietario del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik... 166	166
Anexo 2. Oficio de autorización para realizar el tema de investigación. 167	167
Anexo 3. Matriz realizada en los puntos de muestreos..... 168	168
Anexo 4. Certificado de la Matriz de Recolección de Datos de la Característica Física y Calidad del Agua..... 170	170
Anexo 5. Certificado de la Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos. 171	171
Anexo 6. Resultados de los Análisis Físicoquímicos del Punto 1. 173	173
Anexo 7. Resultados de los Análisis Físicoquímicos del Punto 2. 175	175
Anexo 8. Resultados de los Análisis Físicoquímicos del Punto 3. 177	177
Anexo 9. Puntuación asignada a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P.Col. 178	178
Anexo 10. Resultados de la suma de los macroinvertebrados de los 4 puntos BMWP/Col..... 180	180
Anexo 11. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para Familias de Ríos Altoandinos del Ecuador. 182	182
Anexo 12. Resultados de la suma de los macroinvertebrados de los 4 puntos con el ABI..... 184	184
Anexo 13. Aplicación de la Matriz de recolección de datos de Caracterización Física y Calidad del Agua..... 186	186
Anexo 14. Uso de la Red en D para recolectar muestras de Macroinvertebrados.... 187	187
Anexo 15. Recolección de Sedimentos, separación de especímenes y preservación de la muestra en el campo..... 189	189
Anexo 16. Separación de macroinvertebrados en sedimentos, identificación y preservación de la muestra en el laboratorio..... 190	190
Anexo 17. Macroinvertebrados Acuáticos vista desde el Estereoscopio..... 194	194

A. TÍTULO

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL. PERÍODO ENERO A JUNIO 2018.

B. RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo analizar la calidad de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos, estos resultados son un complemento a los análisis fisicoquímicos realizados por el propietario de la Granja, actividades como la acuicultura y la ganadería alteran significativamente la calidad del recurso hídrico, pérdida de la diversidad acuática y fauna del sector, la investigación de campo consistió en elaborar una matriz para conocer la calidad hidromorfológica de los ríos y establecer 4 puntos estratégicos para el muestreo de macroinvertebrados acuáticos, en la identificación y clasificación se utilizó el índice BMWP/Col y el ABI estableciendo la precisión de la investigación. Se recolectaron 2.610 individuos en total, distribuidos en 9 órdenes y 31 familias con los siguientes resultados: Índice ABI punto 1, 2, 3 y 4 obtuvieron un puntaje de 59-95, lo que significa que el agua se encuentra ligeramente contaminada, el Índice BMWP/Col, puntos 1, 2 y 3 pertenecen a la clase II con una puntuación de 61-100, significa que el agua se encuentra ligeramente contaminada y el punto 4 con 117 puntos categorizándole en la clase I, con aguas muy limpias; para la calidad hidromorfológica del río, los puntos 1, 2 y 3 obtuvieron una puntuación de 56-80 reflejando una buena calidad y el punto 4 con 98 puntos categorizándole con una excelente calidad hidromorfológica; estos resultados son el reflejo de que los ecosistemas han sufrido cambios por las actividades humanas, a pesar de que el Proyecto cumple con las leyes del Ecuador, la biota acuática se ha visto afectada al igual que la calidad de las fuentes hídricas, para salvaguardar, mitigar e impedir la contaminación de los recursos hídricos se propone un Plan de Manejo Ambiental con ocho programas: Programa de prevención, control y mitigación ambiental; de señalización; de capacitación; de manejo de desechos sólidos; de contingencias; de salud y seguridad ocupacional; de monitoreo y seguimiento ambiental; culminando con el cierre y abandono.

Palabras clave: Matriz, índice ABI y BMWP/Col, Plan de Manejo Ambiental.

ABSTRAC

The objective of the current investigation was to analyse the quality of water sources presented within the project through the identification of aquatic macroinvertebrates, these results are a complement to the physicochemical tests carried out by the farm owner, activities such as aquaculture and livestock breeding significantly alter the quality of the water resources, resulting in the loss of aquatic diversity and fauna in the nearby surroundings, the field research consisted of preparing a matrix to discover the hydromorphological quality of the rivers and establish 4 strategic points for the sampling of aquatic macroinvertebrates, to guarantee the precision of the investigation, the BMWP / Col index and the ABI were both used in the identification and classification. A total of 2,610 specimens were collected, distributed in 9 orders and 31 families with the following results: ABI index point 1, 2, 3 and 4 obtained a score of 59-95, meaning that the water is slightly contaminated, the Index BMWP / Col, points 1, 2 and 3 belong to class II with a score of 61-100, meaning that the water is slightly contaminated and point 4 with 117 points categorizing it as class I, with extremely clean water; in reference to the hydromorphological quality of the river, points 1, 2 and 3 obtained a score of 56-80 reflecting good water quality and point 4 with 98 points categorizing it as having excellent hydromorphological quality; these results reflect the fact that ecosystems have undergone changes due to human activities, despite the fact that the Project complies with Ecuador's laws, aquatic biota has been affected as well as the quality of the water sources, to safeguard, mitigate and prevent the contamination of further water resources, an Environmental Management Plan is proposed, including eight programs: Prevention, a control and environmental mitigation program; Signalling; training; solid waste management; contingencies; occupational health and safety; environmental monitoring; culminating with the closure and abandonment.

Keywords: Matrix, ABI index and BMWP / Col, Environmental Management Plan.

C. INTRODUCCIÓN

Actualmente a nivel mundial existe un creciente interés en preservar los ecosistemas fluviales, el Ecuador cuenta con biodiversidad de ecosistemas, la provincia de Napo posee un alto potencial hídrico y cuenta con cuencas, sub cuencas y microcuencas que recorren cada espacio del territorio, actualmente enfrentan varios problemas respecto a su calidad, todas las descargas producto de actividades económicas y domésticas son depositadas en los afluentes hídricos sin previo tratamiento alterando su calidad abundancia y riqueza en las que se pierde su interés natural, social y económico.

En respuesta aquello se plantea el tema investigativo titulado “Evaluación de la Calidad del Agua del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, mediante la Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos, para proponer un Plan de Manejo Ambiental, con el propósito de analizar la situación actual de las fuentes hídricas que intervienen al proyecto. Es un proyecto grande y se divide en: Proyecto 1, siembra, crianza, alimentación, engorde y cosecha de peces (*Tilapia Nilótica*) y se utiliza el agua del Río Shitig, el Proyecto 2, abarca poco de la siembra, crianza, alimentación, engorde y cosecha de peces (*Tilapia Nilótica* y *Pez Paiche*), en este se utiliza el agua del Estero Pimpilala.

Para desarrollar el trabajo se utilizó los Índices BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party adaptado para Colombia) propuesta por Roldán Pérez (2008) y el ABI (Índice Biótico Andino) planteado por Andrea Encalada, María Rieradevall, Blanca Ríos-Touma, Natalia García y Narcís Prat (2001). Estos métodos son muy utilizados en diversas investigaciones por ser completos, de bajo costo y no demandan de bastante tiempo, así mismo se utilizaron los métodos descriptivos, documental y de campo. La investigación permitió obtener información que reflejan las posibles causas que alteran la calidad del agua y la hidromorfología de los ríos, brindando información necesaria para mitigar la contaminación y conocer el estado actual de las fuentes hídricas.

Objetivo General

- Evaluar la calidad del agua en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, mediante la identificación de Macroinvertebrados Acuáticos, para proponer un Plan de Manejo Ambiental. Período enero a junio 2018.

Objetivos Específicos

- Levantar una línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.
- Determinar la calidad del agua mediante la identificación de Macroinvertebrados Acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.
- Proponer un Plan de Manejo Ambiental para el área de estudio.

D. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Evaluación de Impactos Ambiental.

"Es un proceso global que permite incorporar los criterios ambientales a la toma de decisiones en el diseño y ejecución de políticas, planes, programas y proyectos. Incluye estudios técnicos, sistemas de participación pública, procedimientos administrativos y toma de decisiones por parte de las autoridades ambientales competentes". (Peinado Lorca, 1997)

Importancia:

- Incorpora el criterio ambiental en la resolución de un problema. Se resaltan los impactos positivos y se mitigan los negativos.
- Reduce los costos, ahorra tiempo y genera un producto superior, como consecuencia de ser una herramienta más de la planificación. Se debe tener en extrema consideración que los costos preventivos son menores que los costos correctivos.
- Facilita y respalda la toma de decisiones fundamentales, ya que es el resultado objetivo de decisiones equilibradas y como consecuencia de ello las alternativas que se evalúan.
- Fomenta la participación de la sociedad. La documentación resultante de la EIA debe ser fácilmente interpretada por la comunidad en todo su conjunto (población, autoridades de aplicación, etc.).
- La EIA representa un bien económico, político y por sobre todo un bien ético.

4.2. Línea Base.

La línea base implica la realización de pasos previos en la identificación de información necesaria y en la precisión de criterios conducentes a un óptimo aprovechamiento de la información disponible. (Estadística, 2004).

Permite conocer pasos previos a la identificación del medio en donde se ejecutará el proyecto, obra o actividad correspondientes al área de influencia tanto directa como indirecta, con el objetivo de evaluar y cuantificar los posibles impactos ambientales.

4.3. Agua.

El agua es la única sustancia que existe en la naturaleza, en cantidades notables en los 3 estados de agregación: líquido, sólido y gaseoso. La molécula de agua está formada por 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno: H₂O. (Gunther & Arrollo, 2011, pág. 21).

Las características químicas y físicas han sido imprescindible para el origen de la vida. Millones de años de evolución en medio acuoso han llevado a ser inimaginable la vida sin agua hasta cuesta creer que puede crecer eso en otros sistemas planetarios. (Fernandez & Panza, 2010).

4.3.1. Importancia del Agua.

Es el factor abiótico más importante de la tierra y uno de los principales constituyentes del medio en que vivimos y de la materia viva. Aproximadamente un 71% de la superficie terrestre está cubierta por agua en estado líquido, que se distribuye por cuencas salada y dulces, formando los océanos, mares, lagos y lagunas.

El 97% del agua está en los océanos. Se le encuentra además como gas constituyendo la humedad atmosférica, las nubes y también en forma sólida como nieve o hielo.

El agua constituye lo que es hidrósfera y litósfera porque se complementan con ellos. La vida depende del agua tanto para los organismos que viven en ambientes acuáticos como para ellos que viven en ecosistemas aeroterrestres.

El agua, su composición química y su estructura bipolar, forma puentes de hidrógenos que son los responsables de las características tan especiales que tienen y que han hecho posible la vida sobre la tierra. (Hernandez, 2010)

4.3.2. Contaminación del Agua.

La Organización Mundial de la Salud define la contaminación del agua de la siguiente manera: “Debe considerarse que el agua está contaminada, cuando su composición o su estado están alterados de tal modo que ya no reúnen las condiciones de utilización a las que se hubiera destinado en su estado natural”.

De acuerdo a la definición que da la OMS para la contaminación del agua debe considerarse también, tanto las modificaciones de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua, como los cambios de temperatura provocados por emisiones de agua caliente.

4.3.3. Fuentes que Contaminan el Agua.

Los contaminantes del agua pueden clasificarse de diferentes maneras:

Existen contaminantes físicos en forma de materiales flotantes, partículas definidas y la contaminación térmica. Otro grupo son los contaminantes químicos,

que en su mayoría son sustancias disueltas o suspendidas en el agua y otras flotan, como los aceites, las grasas y los líquidos no polares. También existen contaminantes microbiológicos.

Mediante otro criterio de clasificación se puede diferenciar entre contaminantes naturales y antropogénicos. Los últimos se dividen en contaminantes industriales, contaminantes de origen agropecuario y contaminantes urbanos. Los contaminantes industriales tienen su origen en la producción industrial, el transporte y el comercio de los productos en mayoreo. Los de origen agropecuario tienen sus fuentes en la acuicultura, agricultura, ganadería y en actividades que acompañan a estas. Los contaminantes urbanos vienen de las casas particulares, de pequeños talleres, negocios, hospitales, etc. (Geissler & Arroyo, 2011)

4.3.4. Parámetros Fisicoquímicos del Agua.

Los parámetros son los que definen las características del agua que responden a los sentidos como: vista, tacto, gusto y olfato. Se los clasifica de la siguiente manera. (Payeras, 2011).

a) Parámetros Físicos.

- **Sabor y Olor:** Estos parámetros son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva, para dichas observaciones no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés muy evidente en las aguas potables dedicadas al consumo humano

- **Color:** El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. Existen muchas causas y por ello no podemos atribuirlo a un constituyente en exclusiva, aunque algunos colores específicos dan una idea de la causa que los

provoca, sobre todo en las aguas naturales. El agua pura es bastante incolora sólo aparece como azulada en grandes espesores.

Capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El agua pura es bastante incolora.

- **Turbidez:** Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales, en general son muy difíciles de filtrar y pueden dar lugar a depósitos en las conducciones. La medición se hace por comparación con la turbidez inducida por diversas sustancias, la medición en ppm de SiO₂ ha sido muy utilizada, pero se aprecian variaciones según la sílice y la técnica empleadas. Otra forma es mediante célula fotoeléctrica, existen numerosos tipos de turbidímetros. Se elimina por procesos de coagulación, decantación y filtración.

- **Conductividad y Resistividad:** La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad es la medida recíproca. Son indicativas de la materia ionizable presente en el agua. El agua pura prácticamente no conduce la electricidad; por lo tanto, la conductividad que podamos medir será consecuencia de las impurezas presentes en el agua. Es por lo tanto un parámetro físico bastante bueno para medir la calidad de un agua, pero deben darse tres condiciones fundamentales para que sea representativa:

1. No se trata de contaminación orgánica por sustancias no ionizables.
2. Las mediciones se realicen a la misma temperatura.
3. La composición del agua se mantenga relativamente constante.

- **Temperatura:** La temperatura es un parámetro físico de suma importancia para los ecosistemas hidráulicos, aunque no es parte de las características de calidad del agua potable. Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la

muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido. (Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Chihuahua).

b. Parámetros Químicos.

Los parámetros químicos más utilizados son:

- **Potencial de Hidrógeno (pH):** El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrógeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica. Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H^+) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH^-), la sustancia es ácida. La concentración de ión hidrógeno es un parámetro de calidad de gran importancia tanto para el caso de calidad de las aguas naturales como residuales (Payeras, 2011).

- **Alcalinidad total y Dureza total:** La alcalinidad corresponde a la concentración total de bases en el agua expresada como mg/l de carbonato de calcio equivalente y está representado por iones de carbonato y bicarbonato. La capacidad amortiguadora del pH en el agua está dada por estos iones.

La dureza total se define como la concentración de iones, básicamente Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) y se expresa en mg/l de carbonato de calcio equivalente. Otros iones divalentes contribuyen a la dureza, pero son menos importantes.

- **Sólidos Disueltos:** Los sólidos disueltos o salinidad total, es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las

aguas subterráneas como en las superficiales. Para las aguas potables se fija un valor máximo deseable de 500 ppm, este dato por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua.

- **Sólidos en Suspensión:** Se suelen separar por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

- **Sólidos Totales:** Es la suma de los dos anteriores disueltos y en suspensión.

- **Demanda química de oxígeno (DQO):** Es la cantidad de oxígeno consumido por los cuerpos reductores presentes en el agua sin la intervención de los organismos vivos. Efectúa la determinación del contenido total de materia orgánica oxidable, sea biodegradable o no (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):** Permite determinar la materia orgánica biodegradable. Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica presente, por la acción bioquímica aerobia. Esta transformación biológica precisa un tiempo superior a los 20 días, por lo que se ha aceptado, como norma, realizar una incubación durante 5 días, a 20°C, en la oscuridad y fuera del contacto del aire, a un pH de 7-7,5 y en presencia de nutrientes y oligoelementos que permitan el crecimiento de los microorganismos. A este parámetro se le denomina DBO5 (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

- **Cloro y cloruros:** El cloro elemental es un gas amarillo-verdoso altamente soluble en agua. Cuando se disuelve en ausencia de sustancias nitrogenadas (con la materia orgánica nitrogenada forma cloraminas) u otros productos que puedan interferir, el cloro es rápidamente hidrolizado a ácido hipocloroso (HOCl) y ácido clorhídrico (HCl). A su vez el ácido clorhídrico se disocia fácilmente a iones hidrógeno y cloruro, mientras que el ácido hipocloroso, que es un ácido débil, se

disocia parcialmente en iones hidrógeno e iones hipoclorito (OCl^-). Las proporciones relativas de Cl_2 , HOCl y OCl^- en equilibrio (especies que en conjunto se denominan cloro libre disponible) se encuentran controladas por el pH, la temperatura y la fuerza iónica.

El cloro en agua reacciona fácilmente con las sustancias nitrogenadas para producir mono-, di- y triaminas, N-cloraminas y N-cloramidas y otros compuestos N-clorados (conocidos en conjunto como cloro disponible combinado). Tanto las formas de cloro libre como las de cloro combinado participan en diversas reacciones con compuestos orgánicos para generar productos clorados. El cloro que permanece en agua después de un tratamiento se denomina cloro residual. El conjunto de cloro libre y cloro combinado se nombra como cloro residual total (TRC total residual chlorine). La medida de TRC se considera suficiente para definir las toxicidades sobre los organismos acuáticos de agua dulce (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

- **Metales:** Bajo este epígrafe se agrupan los compuestos constituidos por los diferentes elementos metálicos, por lo cual las características de los mismos dependen, entre otros factores, del metal que esté incorporado. Desde la perspectiva de los potenciales efectos que pueden generar, quizás los de mayor importancia son los compuestos de mercurio y de cadmio.

El mercurio puede formar numerosas especies, algunas con una apreciable solubilidad mientras que otras son bastante insolubles. La concentración de mercurio en medios acuosos es relativamente pequeña, encontrándose normalmente unido a materia particulada y al sedimento. El mercurio presenta una elevada toxicidad potencial, principalmente como consecuencia de los procesos de bioacumulación.

En las aguas naturales el cadmio se encuentra normalmente en la forma divalente, formando compuestos orgánicos e inorgánicos, principalmente como ión libre, cloruros y carbonatos. Los carbonatos, sulfuros, e hidróxidos de cadmio presentan una baja solubilidad en agua, mientras que la solubilidad del ión cadmio

disminuye con el incremento de pH porque se favorece la formación del hidróxido. El cadmio presenta una toxicidad elevada con efecto acumulativo.

4.3.5. Ventajas y desventajas de utilizar parámetros fisicoquímicos en la calidad del agua.

Existen algunas ventajas y desventajas del estudio de la calidad del agua utilizando los parámetros fisicoquímicos como indicadores. En el cuadro 1 se muestran algunas.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas del uso de factores fisicoquímicos como indicadores de la calidad del agua.

Ventajas	Desventajas
Proporcionan una respuesta directa del grado de contaminación en una fuente de agua.	Indican poco sobre el efecto biológico de la contaminación. Son ineficientes para detectar cambios o alteraciones en el ambiente cuando se trata de períodos prolongados, ya que son testigos solamente de las condiciones inherentes en el momento en que fue tomadas las muestras.
La toma de muestra es sencilla y suele ser rápida, por lo que pueden tomarse varios sitios de muestreos en un mismo día.	Su interpretación por separado puede llegar a ser muy compleja, aun cuando se han desarrollado índices basados en los análisis fisicoquímicos para evaluar los diferentes grados de contaminación.
Existen muchos kits de campo, muy fáciles de utilizar que dan resultados inmediatos.	El análisis en el laboratorio de dichos parámetros resulta muy caro y es poco sostenible a largo plazo.

Fuente: Alba-Tercedor & Sánchez-Ortega, Reyes E,2012.

Elaborado por: Las autoras.

4.4. Bioindicadores.

Un bioindicador es un indicador consistente en una especie vegetal, hongo o animal; o formado por un grupo de especies (grupo eco-sociológico) o agrupación vegetal cuya presencia (o estado) nos da información sobre ciertas características ecológicas, es decir, (físico-químicas, micro-climáticas, biológicas y funcionales), del medio ambiente, o sobre el impacto de ciertas prácticas en el medio.

Se utilizan sobre todo para la evaluación ambiental (seguimiento del estado del medio ambiente, o de la eficacia de las medidas compensatorias, o restauradoras). (Echeverry & Londoño Cedano, 2011).

4.4.1. Características de los Bioindicadores.

Entre las características que deben tener los bioindicadores resaltan las siguientes (Reyes Morales, 2012):

- Estar suficientemente disperso en el territorio y ser relativamente abundante.
- Ser fácilmente detectable.
- Ser lo más sedentario posible para reflejar las condiciones locales.
- Tener el tamaño adecuado para su estudio.
- Tener la capacidad de asimilación de los contaminantes en concentraciones similares a las observadas en el medio.
- Ser capaz de sobrevivir en condiciones de laboratorio para su evolución.

4.4.2. Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.

La calidad del agua es un tema crítico para asegurar agua en buenas condiciones, por esta y otras razones se desarrolló un interés para realizar la evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados acuáticos, cuya presencia en determinadas cantidades nos indica la calidad del agua.

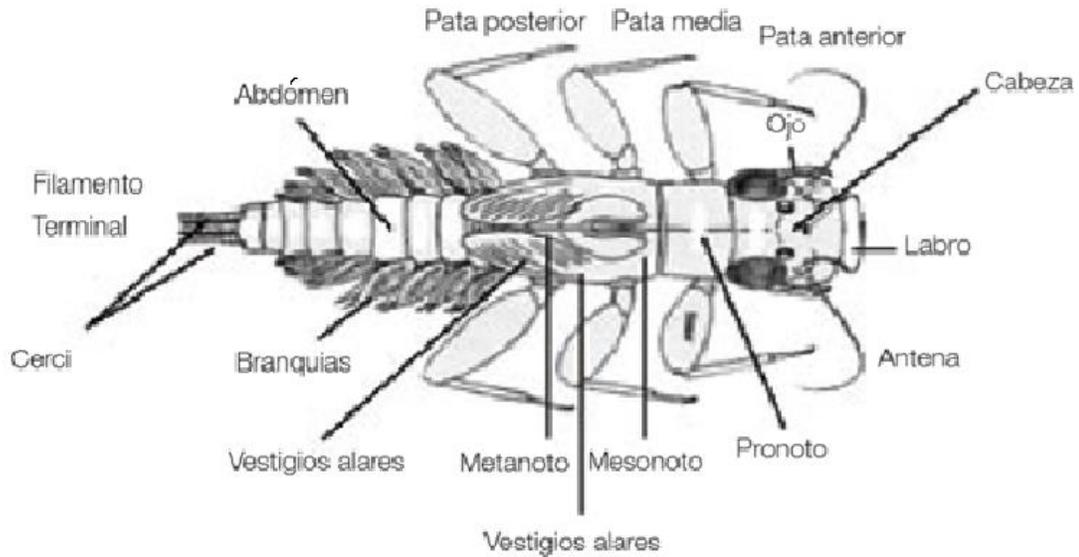
Su uso como indicadores se basa en la adaptación de estos organismos a las características del hábitat acuática. Estos organismos reaccionan a cambios en las condiciones en los ríos que pueden ser provocados por efecto de la contaminación. Son sensibles a cambios en el pH, oxígeno disuelto, temperatura, conductibilidad y demás parámetros fisicoquímicos del agua de los ríos y lagunas. (Agua Ecuador, 2012).

4.4.3. Macroinvertebrados.

Los macroinvertebrados agrupan todos aquellos organismos que se pueden observar a simple vista; es decir, todos aquellos que tienen tamaños superiores a los 0,5 mm (500 μ m) de largo. El prefijo “ macro “ indica que esos organismos son retenidos por redes de tamaño entre 200–500 mm (Rosenberg & Resh, 1993) y además, superan en fase adulto o último estado larvario los 2,5 mm (González y García, 1995). Este grupo incluye taxones como: Moluscos, Crustáceos (Anfípodos, Isópodos y Decápodos), Turbelarios, Oligoquetos, Hirudineos y fundamentalmente insectos entre los cuales se encuentran coleópteros, hemípteros, efemerópteros, plecópteros, odonatos, dípteros, neurópteros y tricópteros. Estos organismos viven sobre el fondo de lagos y ríos, enterrados en el fondo, sobre rocas, y troncos sumergidos, adheridos a vegetación flotante o enraizada, algunos nadan libremente dentro del agua o sobre la superficie (McCafferty, 1981; Roldán, 1988; 1992; González y García, 1995).

Partes de un macroinvertebrado (en estado larval). Es indispensable conocer partes de estos animales para identificar su familia y género.

Imágen 1. Partes de un macroinvertebrados (en estado larval).



Fuente: Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica (**Mafla Herrera, 2005**).

El hábitat es el sitio puntual donde el organismo habita y se desarrolla, el nicho, el hábitat de los macroinvertebrados son muy variados y cada único de ellos le corresponde a una comunidad determinada como, por ejemplo (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001):

Imágen 2. Hábitat de los macroinvertebrados.



hojas flotantes y sus restos



en troncos caídos y en descomposición,



en el lodo o en la arena del fondo del río,



sobre o debajo de las piedras,



donde el agua es más correntosa y



en lagunas, lagos, aguas estancadas, pozas y charcos.

Fuente: Manual de Monitoreo; Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

4.4.4. Alimentación de los Macroinvertebrados.

El alimento de los animales de agua dulce se puede originar dentro del ecosistema acuático (autóctono) o venir del terrestre (alóctono). Los herbívoros y carnívoros se alimentan de organismos vivos, mientras que los detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus). Dentro de cada una de estas categorías se puede distinguir varios grupos funcionales, basados en su comportamiento alimenticio. Es importante anotar que el comportamiento alimenticio puede cambiar a través del ciclo de vida del animal y que algunos animales ingieren diversos tipos de alimento (son omnívoros). (Hanson, Springer, & Ramirez, 2017).

Los macroinvertebrados pueden alimentarse de (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001):

Imágen 3. Alimentación de los macroinvertebrados.



Plantas acuáticas, restos de otras plantas, algas.



otros invertebrados, peces.



pequeños restos de comida en descomposición, elementos nutritivos del suelo.



animales en descomposición.



elementos nutritivos del agua, y



sangre de otros animales.

Fuente: Manual de Monitoreo Los Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua (Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001).

4.4.5. Porque los macroinvertebrados acuáticos son buenos indicadores de la calidad del agua.

Las características que los hacen buenos indicadores en la calidad de agua de un río a los macroinvertebrados son (Agua Ecuador, 2012):

- Les afectan las condiciones físicas, químicas y biológicas de los ríos.
- Son sedentarios y no pueden escapar del río y reflejan la contaminación del río a largo plazo.
- Pueden mostrar los efectos acumulativos de la contaminación.
- Son claves en las cadenas tróficas de los ríos.
- Son relativamente fáciles de identificar y muestrear con un entrenamiento básico.

Permite estimar si han sido afectados por cambios físicos o químicos de su hábitat, pero no indica directamente cual es la causa específica que los afecta, lo cual debe ser estimado mediante su asociación con información del hábitat físico y a potenciales fuentes de estrés.

Existen otras características que lo hacen buenos indicadores (Roldán Pérez G. , 1999):

- Son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar.
- Relativamente fáciles de identificar, si se comparan con otros grupos menores.
- Son sedentarios en su mayoría y reflejan las condiciones locales.
- Poseen ciclos de vida largos.
- Son apreciables a simple vista.
- Se pueden cultivar en el laboratorio.
- Varían poco genéticamente.
- Responden rápidamente a los tensores ambientales.

4.4.6. Impactos al ecosistema fluvial que alteran la comunidad de macroinvertebrados.

Las alteraciones o impactos que afectan al ecosistema fluvial son los siguientes (Ladrera Fernández, 2012):

a) Contaminación del agua.

A pesar de la generalizada implantación de sistemas de depuración que disminuyen el impacto de vertidos de tipo puntual procedentes de núcleos urbanos e industriales, este tipo de vertidos sigue suponiendo un claro impacto a los ecosistemas fluviales, puesto que los sistemas de depuración no son capaces de

eliminar todas las sustancias tóxicas ni todos los vertidos pasan por un sistema de depuración. Las sustancias tóxicas que llegan al río provocarán un impacto sobre la comunidad de macroinvertebrados y la biota en general. Como ejemplo, cabe destacar las crecientes concentraciones de pesticidas y productos farmacéuticos que se han detectado en los ríos y que pueden afectar gravemente a los animales acuáticos.

b) Eutrofización.

Consiste en el crecimiento desmesurado de organismos fotosintéticos en el agua como consecuencia de un aumento de nutrientes en la misma, fundamentalmente nitratos procedentes de actividades agroganaderas y fosfatos procedentes de detergentes. La acumulación excesiva de algas y otros productores conduce finalmente a la muerte y putrefacción de éstas, provocando un descenso de las concentraciones de oxígeno en el agua, que limita el asentamiento de gran cantidad de macroinvertebrados.

c) Alteraciones morfológicas.

Cabe destacar que cada grupo de macroinvertebrados vive en un tipo concreto de hábitat, como pueden ser pozas, rápidos, sombras, grandes bloques, raíces de árboles, plantas acuáticas, llanuras de inundación, etc. Por ello, cualquier tipo de alteración que provoque una homogenización del cauce y la eliminación de muchos de estos hábitats, como la construcción de escolleras o canalizaciones, provocará en último término una disminución de la diversidad de macroinvertebrados y el consiguiente empobrecimiento del ecosistema.

d) Alteraciones del régimen del caudal.

Éstas pueden derivarse de la toma de agua para regadíos, de pequeñas centrales hidráulicas y, fundamentalmente, de embalses, y son capaces de modificar la comunidad original de seres vivos, puesto que las especies autóctonas han desarrollado estrategias de vida adaptadas al flujo natural. En este sentido, Narcís

Prat, catedrático de ecología y experto en ecología fluvial, asemeja las variaciones anuales del caudal de los ríos con un electrocardiograma que indica los latidos del corazón, y afirma que “El latido natural de los ríos es la esencia de su personalidad; cada río tiene su latido propio y cambiarlo significa cambiar su personalidad, es decir, modificar totalmente su flora y fauna”.

e) Especies invasoras.

La introducción de especies invasoras se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales en la época de la globalización, puesto que hoy podemos estar pescando en un río escandinavo y mañana en el río Iregua, pudiendo transportar numerosas especies de manera involuntaria si no se toman las medidas preventivas necesarias. Algunas especies introducidas son capaces de adaptarse perfectamente a las nuevas condiciones y provocan el desplazamiento de especies autóctonas e incluso pueden desencadenar la alteración física y química del hábitat.

f) Alteraciones del bosque de ribera.

Los bosques de ribera llevan a cabo una gran cantidad de funciones básicas en el ecosistema fluvial entre la que cabe destacar la estabilización de los márgenes; la retención de sedimentos y, con ello, la reducción del poder erosivo del río; la creación de hábitats y refugio para todo tipo de especies animales, incluidos macroinvertebrados; y la retención de nutrientes y contaminantes antes de que entren en el cauce. Además, proporcionan alimento y sombra al río, favoreciendo la aparición de nuevos microhábitats e impidiendo la proliferación excesiva de algas. Por todo ello, cualquier alteración de los bosques de ribera provocará una alteración clara de la comunidad de macroinvertebrados.

g) Importancia de la madera en el cauce.

Se ha querido recalcar la importancia de la madera en el cauce como contraposición a la idea generalizada de que la madera muerta representa suciedad. Esta madera sirve de alimento a gran cantidad de especies de macroinvertebrados,

aumenta la diversidad del cauce gracias a la aparición de nuevos hábitats, como pozas o rápidos, y sirve de refugio para numerosos animales acuáticos, no solo invertebrados, sino también numerosos peces como las truchas, que pueden refugiarse aquí de depredadores externos como garzas o cormoranes.

4.4.7. Importancia de los macroinvertebrados en las redes tróficas.

Según (Ladrera Fernández, 2012) los macroinvertebrados tienen una especial importancia en los ecosistemas acuáticos al constituir el componente de biomasa animal más importante en muchos tramos de ríos y jugar un papel fundamental en la transferencia de energía desde los recursos basales hacia los consumidores superiores de las redes tróficas. Es decir, a nivel de grupo, los macroinvertebrados acuáticos van a consumir la materia orgánica fabricada en el río por los organismos fotosintéticos, como algas o briófitos, y la materia orgánica procedente del ecosistema terrestre, fundamentalmente del bosque de ribera, y la van a transferir a los grandes vertebrados del ecosistema, representando la principal fuente de alimento de éstos, de manera que la alteración de la comunidad de macroinvertebrados de los ecosistemas fluviales va a afectar directamente a animales como peces, aves acuáticas o mamíferos semiacuáticos.

Como ejemplo, podemos destacar especies tan emblemáticas como la trucha, el desmán ibérico o el mirlo acuático, cuyas dietas se componen mayoritariamente de larvas de efemerópteros, plecópteros y tricópteros, los cuales, requieren buenas condiciones de calidad del agua para vivir, por lo que una determinada alteración que empeore la calidad del agua o las condiciones de hábitat requeridas por estas especies de macroinvertebrados, va a provocar un claro descenso de la población de los invertebrados comentados.

4.5. Principales Grupos Taxonómicos de Macroinvertebrados Acuáticos.

4.5.1. Orden Neuróptera (Megalóptera).

Ecología: Viven en aguas corrientes limpias, debajo de piedras, troncos y vegetación sumergida; son grandes depredadores. En general, se pueden considerar indicadores de aguas oligotróficas o levemente mesotróficas.

Biología: El tamaño de los individuos de la familia Corydalidae varía entre los 10 y 70 mm; son tal vez uno de los insectos más grandes y llamativos que se encuentran en el agua. Su coloración es por lo regular oscura. Se caracterizan por poseer un par de mandíbulas fuertes y grandes y por tener un par de propatas anales, lo que la diferencia de la otra familia (Sialidae), la cual posee un solo filamento Terminal, los huevos son puestos sobre la vegetación semiacuática. En zonas templadas su desarrollo completo toma hasta dos o tres años, pero en el trópico aún no se conoce nada al respecto.

Distribución geográfica: Los megalopteros están ampliamente distribuidos en toda América, pero los reportes son aún tan escasos que no se puede decir con certeza cuál es su real distribución (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.2. Orden Ephemeroptera (Mosca de Mayo).

Según (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011) las larvas de este orden son exclusivamente acuáticas, un gran número de familias de este orden son buenos indicadores de la calidad del ecosistema y poseen generalmente gran sensibilidad a condiciones ácidas.

Biología: Reciben este nombre debido a la vida corta o “efímera” que tienen como adultos, y que puede durar de cinco minutos a cuatro días. En esta etapa alcanzan la madurez sexual y se reproducen. Los efemerópteros depositan sus huevos principalmente en la superficie del agua, tras lo cual estos se fijan al sustrato por medio de estructuras especiales. Durante su estadio acuático, respiran a través de agallas abdominales, que varían en forma y número de acuerdo con la familia, género y especie.

Ecología: Durante su estadio acuático viven mayormente en aguas de corrientes y limpias con alta oxigenación, por lo que son consideradas indicadores de buena calidad de agua. Existen pocas especies que toleran ciertos niveles de contaminación. La mayor parte de las ninfas están adheridas a rocas, vegetación sumergida o troncos; pocas especies se encuentran enterradas en los fondos arenosos. Son herbívoras, y se alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas. Representan una parte importante en la dieta alimenticia de ciertos peces.

Distribución geográfica: Son cosmopolitas, es decir que se encuentran en casi todo el mundo, exceptuado algunas pequeñas islas (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011).

Taxonomía: La conformación del aparato bucal, el número, la forma y disposición de las agallas, y de los filamentos caudales, son, entre otras, características útiles en la clasificación de las ninfas de efemerópteros (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.3. Orden Odonata (Libélulas).

Los odonatos, llamados también libélulas o caballitos del diablo, son insectos hemimetábolos, cuyo período larval es acuático, empleando desde dos meses hasta

tres años en su desarrollo hasta adulto, de acuerdo con el tipo de especie y el clima. En su estado adulto, viven desde pocos días hasta tres meses.

Biología: Los odonatos han sobrevivido unos 200 millones de años sin ningún cambio apreciable. La mayoría de los odonatos ponen sus huevos sobre la vegetación flotante o emergente. La eclosión de los huevos se realiza entre los 5 y 40 días después de la postura. Las larvas son generalmente depredadoras, para lo cual juega un papel muy importante su aguda visión. El intercambio gaseoso se realiza a través de la piel y agallas anales.

Ecología: Los odonatos viven en pozos, pantanos, márgenes de lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Viven en aguas limpias o ligeramente eutroficadas. Un gran número de especies de este orden presenta larvas 3.000m de altura y sobre el nivel del mar (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.4. Orden Plecóptera.

Estos organismos pasan su vida larvaria en el agua y de adultos son voladores.

Biología: Las larvas se caracterizan por tener un par de cerci (colas) largos al final del abdomen, patas bien desarrolladas, agallas ventrales o laterales y antenas largas. Miden entre 6 y 50 mm (sin antenas y cerci). Su coloración es opaca de tono amarillo, café, o gris. Para su identificación a nivel de familia, es importante observar la posición de sus agallas y la forma de su boca (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011). Los huevos los ponen sobre el agua durante el vuelo. La eclosión de los huevos y de la emergencia de las ninfas de los trópicos no se conoce, es posible que se haga a lo largo del año, alternando los períodos de lluvia y sequía (Adaptación Rengifo S., s.f.).

Ecología: Estos organismos viven en ríos limpios con un alto contenido de oxígeno disuelto. Son, por lo tanto, indicadores de aguas muy limpias y oligotróficas. Se las suele encontrar adheridas a rocas o vegetación acuática. Por lo general son depredadores que se alimentan de otros organismos acuáticos (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011).

Distribución geográfica: Los plecópteros son prácticamente cosmopolitas.

Taxonomía: Para su clasificación se tiene en cuenta la distribución y la forma de las agallas, la presencia de almohadillas halares y la posición de los ojos compuestos (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.5. Orden Coleóptera (Escarabajos).

El orden coleóptera es uno de los más extensos y complejos. Debido a que muchos de ellos son semiacuáticos, a veces es difícil definirlos como acuáticos o terrestre; aún más, algunas formas terrestres pueden caer accidentalmente al agua, lo que hace más difícil su clasificación, para quienes no son expertos. (Ladrera Fernández, 2012).

Biología: Los coleópteros presentan los siguientes ciclos de vida: huevo-larva o pupa y adulto. Todo el ciclo de vida puede durar de 1 a 2 años. Presentan metamorfosis completa por lo que las larvas son muy diferentes que los adultos. Los huevos son depositados en el agua sobre diferentes sustratos (vegetación, rocas, grava). Las larvas acuáticas tienen diversas formas. Sus partes bucales son visibles y presentan una cápsula de consistencia dura en la cabeza. El abdomen puede presentar agallas laterales o ventrales y segmentos endurecidos (esternitos), generalmente el último con un opérculo. Los coleópteros acuáticos adultos poseen un cuerpo compacto, con antenas visibles que varían de acuerdo al taxa en su forma y número de segmentos. El número de segmentos de cada tarso (fórmula tarsal) es muy

importante para la clasificación de la familia. Las alas están modificadas en élitros, los cuales cubren dorsalmente el tórax y el abdomen.

Ecología: La mayor parte de coleópteros acuáticos viven en aguas dulces continentales, tanto de corriente rápida como lenta. Viven mayormente en aguas limpias con altas concentraciones de oxígeno y temperatura media. Pueden ser herbívoros, carnívoros, o detritívoros (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011).

4.5.6. Orden Hemiptera (Chinches).

A estos organismos se los conoce comúnmente como chinches de agua. Algunas especies son totalmente acuáticas mientras que otras son subacuáticas. Existen alrededor de 700 especies en el trópico americano.

Este orden incluye los chinches (suborden Heteróptera) y los homópteros (subórdenes Auchenorrhyncha y Sternorrhyncha). Los homópteros incluyen algunas pocas especies facultativamente acuáticas o semiacuáticas, mientras que los chinches incluyen 7 familias acuáticas y 8 familias semiacuáticas (incluyendo los patinadores). Los hemípteros se reconocen por las piezas bucales en forma de proboscis ("pico"), siendo la gran mayoría de las especies acuáticas depredadores y muchas de ellas capaces de picar muy doloroso (Ladrera Fernández, 2012).

Biología: Los hemípteros, llamados también "chinches de agua", se caracterizan por poseer las partes bucales modificadas y tener un "pico" chupador insertado cerca al extremo anterior de la cabeza. Las alas anteriores (hemiélitros) son de consistencia dura en su posición basal; en cambio las alas posteriores son totalmente membranosas. Dentro del grupo existe polimorfismo alar en la mayoría de las familias; es frecuente encontrar dentro de una misma especie individuos macrópteros, branquipteros y ápteros.

Los hemípteros son hemimetábolos, es decir, su metamorfosis es simple y gradual. La postura de los huevos se realiza sobre el sustrato, sobre el suelo, plantas y aún sobre el dorso de los machos, como es el caso de Belostoma. La respiración no es exclusivamente acuática, por lo tanto, disponen de variadas adaptaciones para tornar el oxígeno del aire, como tubos anales, Canales abdominales y reservorios dorsales donde están localizados los espiráculos, entre otros.

Ecología: Los hemípteros viven en remansos de ríos y quebradas: poco resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten cierto grado de salinidad y las temperaturas de las aguas termales. Los hemípteros son depredadores de insectos acuáticos y terrestres; las especies más grandes pueden alimentarse de peces pequeños y crustáceos.

Distribución geográfica: los hemípteros son cosmopolitas, conociéndose cerca de 3000 especies alrededor del mundo. (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.7. Orden Díptera (Moscas y Mosquitos).

Los dípteros acuáticos constituyen un de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en todo el mundo. Su literatura a nivel mundial es tan abundante, que para analizarla con cierto grado de detalle, habría que hacerlo por familias, y en ciertos casos por géneros (Adaptación Rengifo S., s.f.).

Biología: Son insectos que realizan metamorfosis completa. Las hembras colocan los huevos bajo la superficie del agua, sobre vegetación flotante o rocas. El desarrollo larval puede durar desde una semana hasta un año dependiendo de la familia.

Ecología: Su hábitat es muy variado y se los puede encontrar en ríos, arroyos, quebradas, lagos. Su alimentación es muy variada, y existen tanto familias herbívoras, como carnívoras. Existen especies indicadoras de aguas limpias, como la familia Blepharoceridae, o de muy contaminadas como la familia Chironomidae.

Distribución geográfica: cosmopolitas.

Taxonomía: Existen alrededor de 20 familias acuáticas. Las larvas no poseen patas torácicas. Su cuerpo está formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales y por lo general es de consistencia blanda y cubierto de cerdas o ganchos (falsas patas) que ayudan a la locomoción o adhesión al sustrato. Son de color amarillento, blanco o negro. La respiración la hacen a través de una cutícula, sifones, agallas traqueales o pigmentos respiratorios (hemoglobina) para sobrevivir en zonas con muy poco oxígeno (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011).

4.5.8. Orden Trichóptera (Moscas y Mosquitos).

Los tricópteros son insectos que se caracterizan por hacer casa o refugios que construyen en un estado larval, los cuales sirven a menudo para su identificación.

Biología: Los tricópteros son insectos holometábolos cuyas larvas viven en todo tipo de hábitat. La mayoría de los tricópteros requieren uno o dos años para su desarrollo, a través de los cuales pasan por cinco a siete estadios. La etapa pupal dura de dos a tres semanas, al cabo de las cuales sale el adulto. Los adultos son muy activos en las primeras horas de la noche. Las hembras depositan el huevo en el agua y los encierra por lo regular en una masa gelatinosa.

Una de las características más llamativas de los tricópteros es su capacidad de construir casas o refugios, de formas variadas, a menudo, propios de cada especie. Los refugios fijos al sustrato les sirven por lo regular de protección y captura de alimento. Las casas portables le sirven de protección y de movimiento en busca de oxígeno y alimento. Las larvas se alimentan de material vegetal y algas que encuentran sobre las rocas. Algunas larvas son depredadoras.

Ecología: La mayoría de los tricópteros viven en aguas de corrientes limpias y oxigenadas debajo de piedras, troncos y material vegetal, algunas especies viven en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas. En general, son buenos indicadores de aguas oligotróficas.

Distribución geográfica: Los tricópteros son cosmopolitas.

Taxonomía: En la clasificación de los tricópteros se tiene en cuenta la presencia o no de placas esclerotizadas en los segmentos torácicos; la presencia o ausencia de agallas branquiales en el abdomen; si el labrum es membranoso o no y el número de setas a lo largo de la parte central, y longitud de la antena, entre otros. También la forma y el tipo de material de las casas o refugios es una característica de valor taxonómico a nivel de familia principalmente (Adaptación Rengifo S., s.f.).

4.5.9. Phylum Anélida.

Este phylum incluye a animales en forma de gusanos, más o menos alargados y de sección redondeada, que poseen una segmentación bien desarrollada, la cual suele ser visible extremadamente. Incluyen tres grandes grupos los poliquetos o gusanos con cerdas (Clase Hirudinea), y los oligoquetos (Clase Oligochaeta), que son las lombrices o pequeños gusanos. Los poliquetos son sobre todo organismos marinos, las sanguijuelas son dulceacuícolas (aunque existen especies marinas o terrestres) y los oligoquetos son terrestres (aunque hay también especies acuáticas).

Las sanguijuelas son fácilmente identificables por poseer dos ventosas en su cuerpo (una anterior o bucal y otra posterior o caudal), las cuales utilizan para alimentarse y desplazarse (Oscoz Escudero, 2009).

4.5.10. Clase Gasterópoda.

Estos organismos son uno de los grupos con mayor diversidad en el planeta. Dentro de esta clase de animales encontramos a los que se conoce comúnmente como caracoles y babosas. Existen especies marinas, dulceacuícolas y terrestres. Se han registrado alrededor de 7.000 especies de agua dulce.

Biología: La gran mayoría de especies dulceacuícolas se caracterizan por tener una concha en forma de espiral o de cono. El color de su concha puede variar según la especie, pero por lo general presentan tonalidades cafés o negras. También poseen una cabeza y un pie ventral con el cual se deslizan.

Ecología: Viven bajo el agua desde 10 cm a 2 m de profundidad en el substrato. La gran mayoría de estos animales son herbívoros, siendo las algas su alimento principal. (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011)

4.6. Índice BMWP (Biological Monitoring Working Party)

Un índice que ha sido adaptado en los últimos años en varios países de Latinoamérica es el “BMWP” (“Biological Monitoring Working Party”), fue establecido en Inglaterra en 1970, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. Este índice ha sido muy utilizado en Europa y ha sido modificado y adaptado para algunos países en América. El método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos

son cualitativos, por lo que no es necesario cuantificar la abundancia de los grupos. (Reyes Morales, 2012).

El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica. Las familias más sensibles como Perlidae y Oligoneuriidae reciben un puntaje de 10; en cambio, las más tolerantes a la contaminación, por ejemplo, Tubificidae, reciben una puntuación de 1. La suma de los puntajes de todas las familias proporciona el puntaje total BMWP. (Roldán Pérez G. , 2003).

La metodología que se utilizará para cuantificar la calidad de las aguas superficiales a través de macroinvertebrados acuáticos es el índice BMWP/Col, que en sus siglas en inglés es Biological Monitoring Working Party, y que fue modificado para Colombia por Gabriel Roldán en el año 2003.

El BMWP/Col es un índice que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones o familias de macroinvertebrados encontradas en las muestras. La puntuación se asigna en función del grado de sensibilidad a la contaminación.

Cuadro 2. Índice BMWP/COL

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

Fuente: Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. (Roldán Pérez G. , 2003).

4.7. Índice Biótico Andino.

La calidad ecológica de los ríos es la salud o el funcionamiento de los ecosistemas, es un diagnóstico que integra información sobre el bosque de ribera y las áreas adyacentes, el canal y el lecho del río (características hidromorfológicas), y los organismos que los habitan (peces, macroinvertebrados, algas, o bacterias) (Acosta, Rieradevall, Prat, & Ríos, 2009).

Según (Acosta, Rieradevall, Prat, & Ríos, 2009) el ABI es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos. Este índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un indicador de la calidad de agua de dicho sitio.

La principal ventaja de utilizar el índice ABI es que permite utilizar a los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y específico para las zonas andinas (>2.000 msnm). Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos, (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo. (Roldán Pérez G. , 2003).

Cuadro 3. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI)

Calidad	ABI	Significado
Muy bueno	>96	Aguas muy limpias
Bueno	59 – 95	Aguas ligeramente contaminadas
Regular	35 – 58	Aguas moderadamente contaminadas
Malo	<35	Aguas muy contaminadas

Fuente: (Encalada, Rieradevall, Ríos Touma, García, & Prat, 2011)

Elaborado por: Las autoras.

4.8. Plan de Manejo Ambiental.

Son los planes que establecen las acciones requeridas para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados en el desarrollo de un proyecto. Se realizan con base en los Términos de Referencia específicos de cada Proyecto, Obra o Actividad, que son emitidos por las respectivas autoridades ambientales (Ecuador Ambiental, 2011).

Dentro del Plan de Manejo ambiental se incluyen también los siguientes planes:

- Plan de prevención, control y mitigación ambiental.
- Plan de señalización.
- Plan de capacitación.
- Plan de manejo de desechos sólidos.
- Plan de contingencia.
- Plan de salud y seguridad ocupacional.
- Plan de monitoreo y seguimiento ambiental.
- Plan de cierre y abandono.

4.9. Marco Legal.

Dentro del marco legal se consideró los siguientes instrumentos jurídicos que respalden la investigación:

4.9.1. Constitución de la República del Ecuador (2008).

Capítulo segundo - Derechos del buen vivir - Sección primera – Agua y alimentación.

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, (sumak kawsay).

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (Constitución del Ecuador, 2008. p. 24).

Capítulo séptimo – Derechos de la Naturaleza.

Art. 71.- La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

Art. 72.- La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o

jurídicas de Indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas.

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales.

Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Título V – Organización Territorial del Estado – Capítulo cuarto – Régimen de Competencias.

Art. 262.- Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias:

Gestionar el ordenamiento de cuencas hidrográficas y propiciar la creación de consejos de cuenca, de acuerdo con la ley.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Título VI Régimen de Desarrollo – Capítulo quinto – Sectores Estratégicos, Servicios y Empresas Públicas.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua.

La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria. El servicio público de saneamiento, el abastecimiento de agua potable y el riego serán prestados únicamente por personas jurídicas estatales o comunitarias.

El Estado fortalecerá la gestión y funcionamiento de las iniciativas comunitarias en torno a la gestión del agua y la prestación de los servicios públicos, mediante el incentivo de alianzas entre lo público y comunitario para la prestación de servicios.

El Estado, a través de la autoridad única del agua, será el responsable directo de la planificación y gestión de los recursos hídricos que se destinarán a consumo humano, riego que garantice la soberanía alimentaria, caudal ecológico y actividades productivas, en este orden de prelación. Se requerirá autorización del Estado para el aprovechamiento del agua con fines productivos por parte de los sectores público, privado y de la economía popular y solidaria, de acuerdo con la ley.

Título VII Régimen del Buen Vivir – Capítulo segundo – Biodiversidad y Recursos Naturales – Sección Sexta – Agua.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua.

Art. 412.- La autoridad a cargo de la gestión del agua será responsable de su planificación, regulación y control. Esta autoridad cooperará y se coordinará con la que tenga a su cargo la gestión ambiental para garantizar el manejo del agua con un enfoque ecosistémico.

4.9.2. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA).

Libro VI de la Calidad Ambiental. Anexo 1, Norma de Calidad Ambiental y de Descargas de Efluentes al Recurso Agua.

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La norma técnica determina o establece:

- 1.** Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;
- 2.** Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;
- 3.** Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
- 4.** Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;

5. Permisos de descarga;

6. Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;

7. Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

4.9.3. Ley de Aguas, Codificación.

El Ecuador país tiene como norma máxima la Constitución. Reconocida como Ley Suprema, es un sistema de normas, reglas y principios jurídicos universales que rige la organización y el funcionamiento del estado y de la sociedad ecuatoriana.

Según la Sección segunda; Ambiente sano en los siguientes artículos determina los siguientes derechos:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de

contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados en los siguientes artículos.

Art. 395.- La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:

1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.
2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.
3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.
4. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza.

Art. 396.- El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles.

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también caerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

- 1.** Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.
3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.
4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.
5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad.

Art. 398.- Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente.

El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos.

Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptado por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley.

Art. 399.- El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un

sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza.

4.9.4. Ley de Gestión Ambiental (Registro Oficial 418,10-IX,2004).

Titulo 1 – Ámbito y Principios de la Gestión Ambiental.

Art. 1.- Ley establece los principios y directrices de política ambiental; determina las obligaciones, responsabilidades, niveles de participación de los sectores públicos y privados en la gestión ambiental y señala los límites permisibles, controles y sanciones en esta materia.

Art. 6.- El aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables en función de los intereses nacionales dentro del patrimonio de áreas naturales protegidas del Estado y en ecosistemas frágiles, tendrán lugar por excepción previo un estudio de factibilidad económico y de evaluación de impactos ambientales.

4.9.5. Código Orgánico del Ambiente (COA,2013).

Sección II – Calidad del Agua.

Artículo 179.- Monitoreo de descargas líquidas y calidad del agua. La Agencia de Regulación y Control del Ambiente, o las entidades acreditadas, realizarán el monitoreo y seguimiento de las descargas líquidas y la calidad del agua de los cuerpos receptores, de conformidad con las normas técnicas que se expidan para el efecto, en coordinación con la Autoridad Única del Agua.

Con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados, se prohíbe la utilización de aguas de cualquier fuente, incluidas las subterráneas.

4.10. Marco Conceptual.

Alevín: Pez de corta edad y pequeño tamaño utilizados especialmente para repoblar estanques y ríos.

Alóctono: Significa que no es originario del lugar en que se encuentra.

Bentos: Flora o fauna que vive en el fondo de cualquier ecosistema acuático de agua dulce, salobre y salado. Puede arrastrarse, socavar o mantenerse atado sobre el sustrato.

Biota: Conjunto de especies de fauna, flora y otros organismos que ocupan un área geográfica.

Calidad Hidromorfológica: Es el estudio de la morfología y dinámica de los cursos del agua, que evalúa la estructura física, procesos biológicos y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Colmatación: Relleno de una cuenca sedimentaria con materiales detríticos arrastrados y depositados por el agua.

Cuerpo de agua: Es todo aquel manantial, río, quebrada, arroyo permanente o no, lago, laguna, embalse natural o artificial, turbera o pantano de agua dulce.

Delta: Un delta es un accidente geográfico formado en la desembocadura de un río por los sedimentos fluviales que ahí se depositan.

Detritus/detrito: Es el resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas. Residuos generalmente sólidos permanentes, que provienen de la descomposición de la materia orgánica.

Ecosistemas Aeroterrestre: Son todos aquellos sitios que tienen la capacidad para albergar animales que puedan desarrollarse y desenvolverse tanto en la tierra, como en el aire.

Especímenes: Muestra o ejemplar, sobre todo en la media en que es representativa de una clase de objetos o entidades.

Espectro: Es una imagen o representación que puede representarse en fenómenos o investigaciones científicas, o bien asociadas a un escenario sobrenatural o imaginario.

Eutrofización: El proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiera la fauna y flora.

Familia: Categoría taxonómica básica empleada en la clasificación de los organismos vivos. Es la principal división de un orden y está formada por uno o dos géneros.

Ictiofauna: Conjunto de especies de peces que existen en una determinada región biogeográfica.

Ión: Es una partícula cargada eléctricamente, constituida por un átomo o molécula que no es eléctricamente neutro.

Ionizable: Elemento químico que puede convertirse en ión positivo o negativo.

Hábitat: Es el lugar concreto donde vive un organismo a menudo caracterizado por una forma vegetal o una peculiaridad física dominante. Los hábitats pueden dividirse en terrestres y acuáticos, y en cada uno de ellos se pueden establecer una multitud de subdivisiones.

Hidromorfológica: Es el estudio de la morfología y la dinámica de los cursos de agua, una expresión de la calidad y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

Hojarasca: Paquetes de hojas muertas dentro de la quebrada.

Larvas: Animales en estado de desarrollo que ya han abandonado su cubierta de huevo y son capaces de nutrirse por sí solos. Pero aún no han adquirido la forma y organización propia de su especie.

Lípidos: Los lípidos son un conjunto de moléculas orgánicas, que están constituidas principalmente por carbono e hidrógeno y en menor medida por oxígeno.

Macroinvertebrado Bentónico: Organismo acuático perteneciente al grupo de los invertebrados que vive adherido al sustrato y con un tamaño tal que puede ser observado sin necesidad de equipo óptico de aumento.

Mayoreo: Implica la compra – venta de grandes volúmenes de mercancía trasladadas de un punto a otro, obteniendo con ello un precio más competitivo.

Monitoreo: Proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes.

Ninfa: Animal que se encuentra en la fase de desarrollo posterior a la forma de larva y anterior a la forma adulta, entre los animales que experimentan metamorfosis completa.

Sedimentos: Partículas pequeñas de tierra o piedra que se suspenden en el agua o cubren el fondo de la quebrada.

Sustrato: Material que se deposita en el fondo o lecho del río y que puede ser de arcilla, piedras, rocas, arena y partículas orgánicas entre otros materiales.

Taxón: La palabra taxón hace referencia a un objeto concreto, zoológico o botánico, que consiste en una población de organismos (o un grupo de poblaciones) clasificable.

Péptidos: Son un tipo de moléculas formadas por la unión de varios aminoácidos mediante enlaces peptídicos.

Nicho: Un nicho es un término que describe la posición relacional de una especie o población en un ecosistema.

Locomoción: Traslación de un lugar a otro.

Metamorfosis: Es la transformación de algo en otra cosa.

Trófica: Pertenciente o relativo a la nutrición.

Morfología: Es la rama de la biología que estudia la forma o estructura de los seres vivos.

Ventosas: Son unos músculos presentes en los cefalópodos, principalmente en pulpos y calamares.

E. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales.

En la investigación se utilizaron los siguientes equipos, herramientas e instrumentos.

5.1.1. Equipos.

- GPS Marca: Garmin modelo eTrex 10.
- Estereoscopio Marca: Motic modelo SMZ-168; serie N° 1499730.
- pH metro Marca: Hanna modelo HI98129; serie N° 15326.
- Cámara fotográfica del celular Marca: Huawei modelo VNS-L23.

5.1.2. Herramientas.

- Botas de caucho.
- Mandil.
- Guantes de látex.
- Envases de plástico de 1 litro.
- Envases de vidrio de 50ml.
- Lupa.
- Bandejas plásticas.
- Pinzas entomológicas.
- Red en D.
- Pipetas.
- Pissetas.

- Cajas Petri.
- Tubos Eppendorf.
- Alcohol al 96%.
- Rapidógrafos indelebles.
- Cinta Masking.
- Etiquetas.
- Lápiz.
- Apoya mano acrílico.
- Libreta de campo.
- Lapiceros.
- Papel bond.

5.1.3. Instrumentos.

- Cartografía de la ciudad de Tena.
- Matrices.

5.2. Métodos.

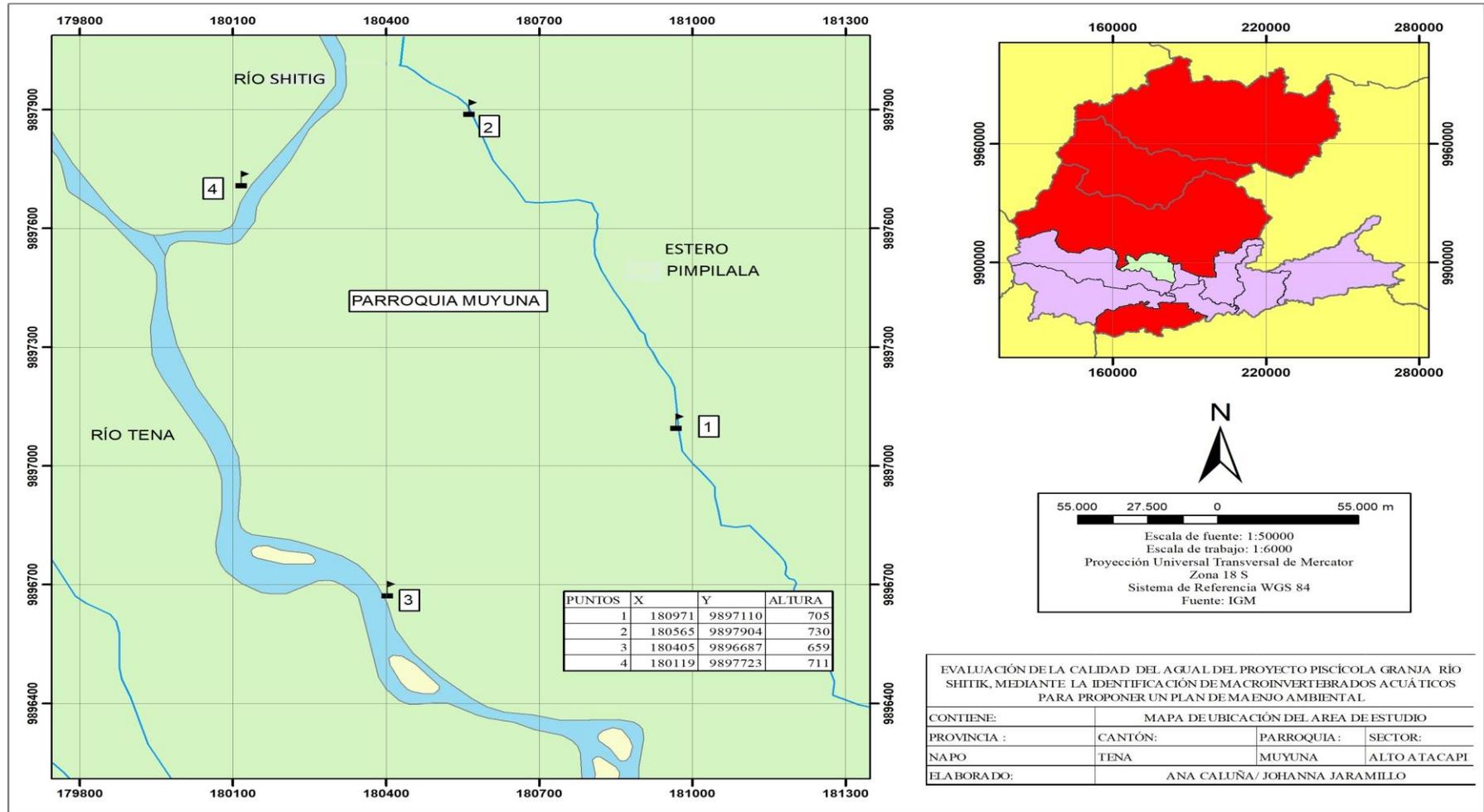
5.2.1. Ubicación del Área de Estudio.

La provincia de Napo está ubicada en la región Amazónica ecuatoriana, su capital es la ciudad del Tena. Se encuentra dividida políticamente en 5 cantones: Archidona, Carlos Julio Arosemena Tola, El Chaco, Quijos y Tena.

El cantón Tena se encuentra distribuidas en ocho parroquias rurales y una urbana las mismas que son: Ahuano, Chonta Punta, Pano, Puerto Misahuallí, Puerto Napo, Tálag, San Juan de Muyuna y Tena. Dentro de las cuales se encontramos un sin número de comunidades tanto colonas como indígenas.

La parroquia Tena es la ciudad de San Juan de los Dos Ríos de Tena, fue fundada el 15 de noviembre de 1560 como un lugar para la evangelización de los grupos de la selva amazónica por Gil Ramírez Dávalos; es la cabecera cantonal y la capital de la provincia de Napo. Sus límites parroquiales son: Norte; cantón Archidona, Sur; Puerto Napo, Este; Puerto Misahuallí, y Oeste; parroquia Muyuna.

Figura 1. Mapa Ubicación Geográfica del Área de Estudio.



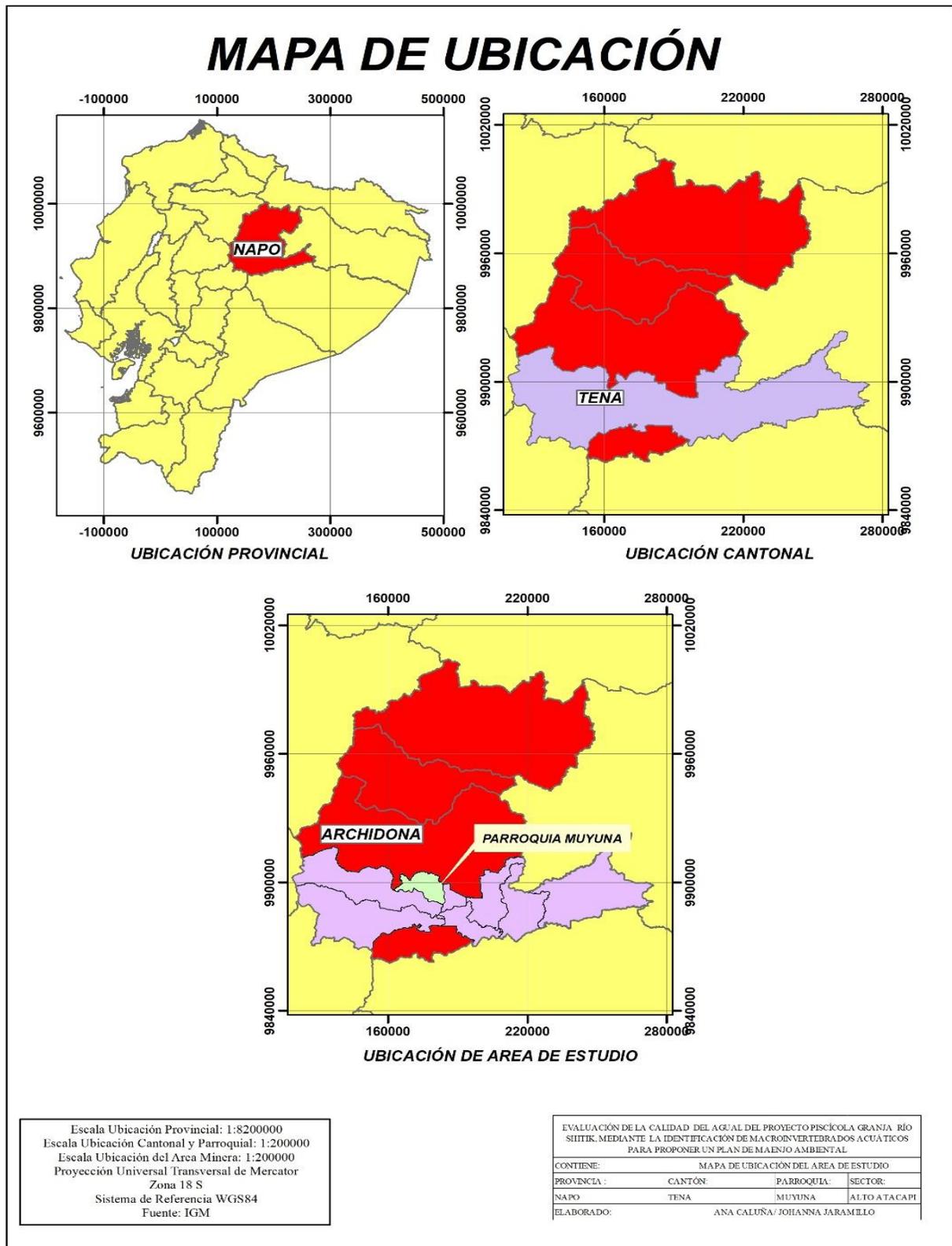
Elaborado por: Las autoras.

5.2.2. Ubicación Geográfica.

El cantón Tena limita con los siguientes cantones:

- Norte: Archidona y Loreto (Orellana)
- Sur: Arosemena Tola, Baños (Tungurahua) y Arajuno (Pastaza)
- Este: Orellana (Orellana)
- Oeste: Latacunga (Cotopaxi), Salcedo (Cotopaxi) y Baños (Tungurahua)

Figura 2. Mapa de Ubicación Geográfica del Área de Estudio.



Elaborado por: Las autoras.

5.3. Aspectos biofísicos y climáticos.

5.3.1. Aspectos biofísicos.

a. Medio Abiótico.

- **Recurso Agua.**

La riqueza hídrica del Cantón se caracteriza por tener abundante agua dulce. Los principales ríos son: Napo, Jatunyacu, y Anzu. De la Reserva Biológica Colonso Chalupas nacen los ríos: Verdeyacu, Colonso, Tena, Shitig, Inchuillaqui, Tazayacu, Wayrayacu, Lupi, Shicayacu, Cuyayacu; que todavía no se encuentran intervenidos por actividades humanas.

- **Recurso Suelo.**

Existen 3 tipos de suelos en el Cantón Tena: 1) INCEPTISOLES, suelos desarrollados en relieves sedimentarios antiguos (conglomerados, arcillas) de color rojo relativamente infértiles que predominan 2) ENTISOLES, suelos sedimentarios desarrollados en relieves aluviales recientes localizados a lo largo de los cauces de los principales ríos con pendientes planas y 3) HISTOSOLES, suelos volcánicos de color negro y relativamente fértiles y se encuentran en los páramos del cantón (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena , 2014).

b. Medio Biótico.

- **Recurso Flora.**

La forma alargada del cantón, en sentido este-oeste, otorga a Tena una privilegiada distribución de ecosistemas, desde los páramos de almohadillas sobre los

4.000 msnm hasta los bosques amazónicos bajo los 600 msnm. Esta característica le otorga al cantón una gran variedad de ecosistemas que posibilita hábitats para una gran diversidad de especies de flora y su correspondiente fauna, y la presencia de flora endémica (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena , 2014).

Cuadro 4. Flora del Cantón Tena.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Ají	<i>Capsicum annuum</i>	SOLIONACEAE
2	Avío	<i>Pouteria caimito</i>	SAPOTACEAE
3	Bromelia	<i>Bromelia plumieria</i>	BROMELIACEAE
4	Cacao	<i>Theobroma cacao</i>	MALVACEAE
5	Canelo	<i>Drimys winteri</i>	WINTERACEAE
6	Cedro	<i>Cedrela montana</i>	MELIACEAE
7	Ceibo	<i>Ceibo trischistandra</i>	BOMNONACEAE
8	Chukchuwaso	<i>Maytenus krukovii</i>	CELASTRECEAE
9	Chonta	<i>Bactris gasipaes</i>	ARECACEAE
10	Guaba	<i>Inga feuillei</i>	FABACEAE
11	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	MYRTACEAE
12	Guayacán	<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE
13	Guayusa	<i>Ilex guayusa</i>	AQUIFOLEACEAE
14	Heliconia	<i>Heliconia rostrata bihai</i>	HELICONIACEAE
15	Hierba Luisa	<i>Aloysia citrodora</i>	VERBENACEAE
16	Limón	<i>Citrus x limon</i>	RUTACEAE
17	Maíz	<i>Zea mays</i>	POACEAE
18	Maní de Árbol	<i>Arachis hypoagaea</i>	FABACEAE
19	Matapalo	<i>Cecropia app</i>	CECOPIACEAE
20	Naranja	<i>Citrus sinsensis</i>	RUTACEAE
21	Naranjilla	<i>Solanum quitoense</i>	SOLANACEAE
22	Ortiga	<i>Urtica dioica</i>	URTICACEAE
23	Papaya	<i>Carica papaya</i>	CARICACEAE
24	Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	MUSACEAE
25	Sangre de Drago	<i>Croton lecleri</i>	EUPHORBIACEAE
26	Toronja	<i>Citrus paradisi</i>	RUTACEAE
27	Uña de Gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	RUBIACEAE
28	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	EUPHORBIACEAE

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, 2014

Elaborado por: Las autoras.

- **Recurso Fauna.**

Las condiciones biogeográficas de la región permiten la existencia de una gran riqueza faunística, debido a la gran diversidad de pisos altitudinales, de nichos ecológicos y hábitats del trópico húmedo amazónico, de estribaciones orientales de los Andes y las cordilleras subandinas, estos factores permiten una gran diversidad de fauna en el cantón Tena.

Cuadro 5. Mamíferos del Cantón Tena.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Armadillo de Nueve Bandas	<i>Dasypus novem cinctus</i>	DASYPODIDAE
2	Armadillo Gigante	<i>Priodontes maximus</i>	DASYPODIDAE
3	Cabeza De Mate	<i>Eira barbara</i>	MUSTELIDAE
4	Capibara	<i>Hydrochaeris drochaeris</i>	CAVIIDAE
5	Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	LEPORIDAE
6	Guanta	<i>Agouti paca</i>	CUNICULIDAE
7	Jaguar Undi	<i>Pumayago uaroundi</i>	FELIDAE
8	Mashu	<i>Nasua nasua</i>	PROCYONIDAE
9	Mono Araña	<i>Ateles belzebuth</i>	ATELIDAE
10	Mono Barizo	<i>Saimiris ciureus</i>	CEBIDAE
11	Mono Chichico	<i>Saguinus nitricollis</i>	CALLITRICHIDAE
12	Mono Chorongo	<i>Lagothrix lagotricha</i>	ATELIDAE
13	Mono Nocturno	<i>Aotus vociferans</i>	AOTIDAE
14	Mono Capuchinos Mico	<i>Cebusal bifrons</i>	CEBIDAE
15	Murciélago	<i>Eptesicus brasiliensis</i>	VESPERTILIONINAE
16	Nutria	<i>Lontra longicaudis</i>	MUSTELIDAE
17	Oso de Anteojos	<i>Tremarcto sornatus</i>	URSIDAE
18	Oso Hormiguero	<i>Myrmec ophagatridactyla</i>	MYMECOPHAGIDAE
19	Pecaridecollar	<i>Pecari tajacu</i>	TAYASSUIDAE
20	Puma	<i>Puma concolor</i>	FELIDAE
21	Sahino	<i>Tayassu pecari</i>	TAYASSUIDAE
22	Tapir	<i>Tapirus terrestre</i>	TAPIRIDAE
23	Tigrillo	<i>Leopardus pardalis</i>	FELIDAE
24	Venado	<i>Mazama americana</i>	CERVIDAE

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Cuadro 6. Réptiles del Cantón Tena.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Anaconda	<i>Eunectes murinus</i>	BOIDAE
2	Boa	<i>Boa constrictor</i>	BOIDAE
3	Caimán Enano	<i>Paleos chustrigonatus</i>	ALLIGATORIDAE
4	Caimán Negro	<i>Melano suchusniger</i>	ALLIGATORIDAE
5	Cocodrilo de Anteojos	<i>Caimán crocodilus</i>	ALLIGATORIDAE
6	Culebra Ciega	<i>Blanu scienerereus</i>	AMPHISBAENIDAE
7	Culebra Equis	<i>Bothrops atrox</i>	VIPERIDAE
8	Falsa Coral	<i>Lampropeltis triangulum</i>	COLUBRIDAE
9	Lagartija Grande	<i>Tupinamis teguixin</i>	TEIIDAE
10	Serpiente Chonta	<i>Clelia clelia</i>	COLUBRIDAE

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Cuadro 7. Anfíbios del Cantón Tena.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Cecilia Oriental	<i>Caecilia orientalis</i>	CAECILIDAE
2	Cutín Amazónico	<i>Prismantis altamazonicus</i>	STRABOMANTIDAE
3	Rana Común	<i>Hyla hyla</i>	HYLIDAE
4	Rana Gualag	<i>Levtodantylus pentadactylus</i>	LEPTODACTYLIDAE
5	Salamandra Amazónica	<i>Bolitoglossa altamazónica</i>	PLETHODONTIDAE
6	Salamandra Palmeada	<i>Bolitoglossa palmeada</i>	PLETHODONTIDAE
7	Salamandra Ecuatoriana	<i>Bolitoglossa ecuatoriana</i>	PLETHODONTIDAE
8	Sapo Común	<i>Bufo spinosus</i>	BUFONIDAE

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Cuadro 8. Aves del Cantón Tena.

Nº	NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA
1	Águila Arpía	<i>Harpia harpyja</i>	ACCIPITRIDAE
2	Águila Pescadora	<i>Pandion haliaetus</i>	PANDIONIDAE
3	Chachalacajaspada	<i>Ortalis guattata</i>	CRACIDAE
4	Colibrí Ermitaño	<i>Phaethornis bourcieri</i>	TROCHILIDAE
5	Colibrí Ermitaño Barbi	<i>Phaethornis hispidus</i>	TROCHILIDAE
6	Colibrí Ermitaño Piqui	<i>Phaethornis malaris</i>	TROCHILIDAE
7	Colibrí Ermitaño Rojizo	<i>Phaethornis ruber</i>	TROCHILIDAE
8	Gallina Zonegro	<i>Coragyps atratus</i>	CATHARTIDAE
9	Gallo de la Peña	<i>Rupicola peruvianus</i>	COTINGIDAE
10	Garrapatero	<i>Crotophaga ani</i>	CUCULIDAE
11	Garrapatero Mayor	<i>Crotophaga major</i>	CUCULIDAE
12	Gavilánsa Bañero	<i>Buteo magnirostris</i>	ACCIPITRIDAE
13	Gaviotín Amazónico	<i>Sterna superciliaris</i>	STERNIDAE
14	Halcón Cazamurciélagos	<i>Falco rufigularis</i>	FALCONIDAE
15	Jacana Carunculada	<i>Jacana jacana</i>	JACANIDAE
16	Mondete	<i>Notho craxurumutum</i>	CRACIDAE
17	Paloma	<i>Columba cayennensis</i>	COLUMBIDAE
18	Paloma Doméstica	<i>Columba livia</i>	COLUMBIDAE
19	Paujil	<i>Mitris alvini</i>	CRACIDAE
20	Pava de Monte	<i>Penelope jacquacu</i>	CRACIDAE

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

5.3.2. Aspectos climáticos

a) Precipitación.

En el cantón Tena las máximas precipitaciones se presentan en los meses de mayo, junio y julio, el mes de abril se producen los más altos niveles de precipitación,

pero de forma esporádica; de ahí que, es en el mes de junio donde se registran las máximas actividades lluviosas, con niveles que llegan hasta 462,80mm, en promedio. Los meses secos son: diciembre, enero y febrero; y el promedio mínimo de precipitaciones es 219mm, registrado en febrero. La precipitación anual del Cantón es algo superior a 3.800mm su distribución mensual es la siguiente (GAD Municipal de Tena, 2014):

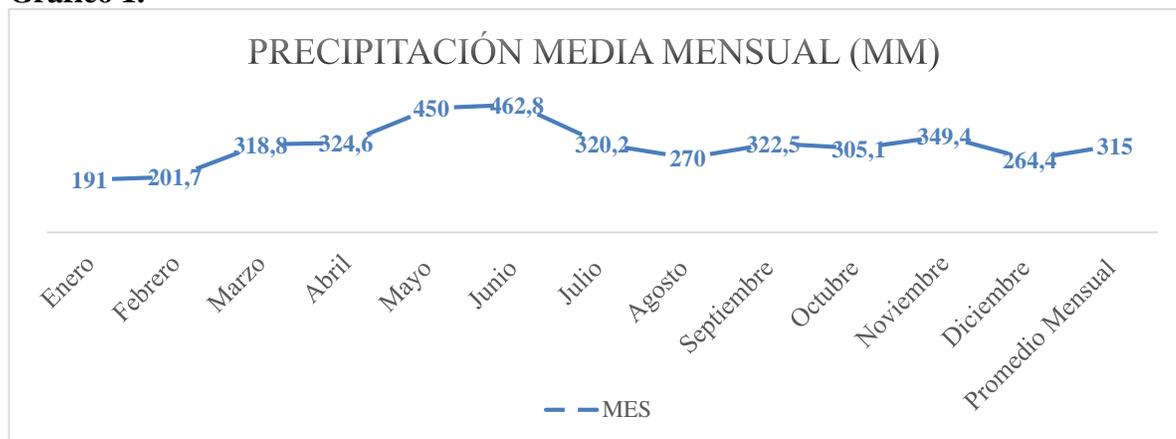
Tabla 1. Precipitación mensual del 2014.

MES	PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm)
Enero	191,00
Febrero	201,70
Marzo	318,80
Abril	324,60
Mayo	450,00
Junio	462,80
Julio	320,20
Agosto	270,00
Septiembre	322,50
Octubre	305,10
Noviembre	349,40
Diciembre	264,40
Promedio	315,00

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 1.



Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

b) Humedad Relativa.

Del análisis de los datos climatológicos se desprende que los meses de mayor porcentaje de humedad relativa son marzo y junio, cuyo valor medio es 90,27% de humedad, los más secos son septiembre y octubre con un valor medio 87,73%, Tena tiene un valor medio mensual 89,15% (+/- 0,82), convirtiéndole en una zona húmeda.

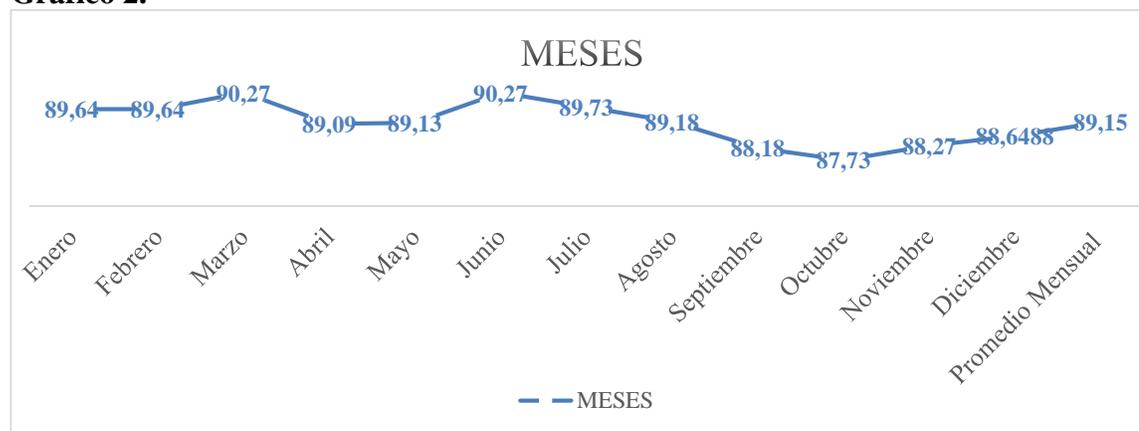
Tabla 2. Valor de humedad relativa del 2014.

MESES	HUMEDAD RELATIVA %
Enero	89,64%
Febrero	89,64%
Marzo	90,27%
Abril	89,09%
Mayo	89,13%
Junio	90,27%
Julio	89,73%
Agosto	89,18%
Septiembre	88,18%
Octubre	87,73%
Noviembre	88,27%
Diciembre	88,64%
Promedio	89,15%

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 2.



Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

c) Temperatura.

Las temperaturas máximas en la ciudad del Tena son en los meses: diciembre y enero, sus valores medios mensuales son de 24 a 25 °C. Los meses de menor temperatura son: junio y julio, donde se registra una media mensual de 24,4 °C. Las temperaturas en la ciudad se mantienen muy templadas a lo largo del año. Su temperatura máxima es 28°C y su mínima 9°C. Su temperatura media anual es 25°C.

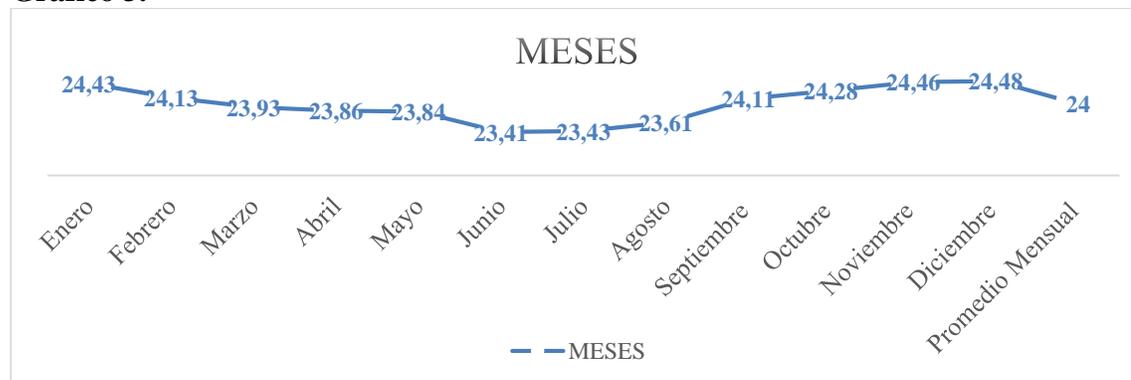
Tabla 3. Temperatura mensual del 2014.

MESE	TEMPERATURA PROMEDIO MENSUAL
Enero	24,43
Febrero	24,13
Marzo	23,93
Abril	23,86
Mayo	23,84
Junio	23,41
Julio	23,43
Agosto	23,61
Septiembre	24,11
Octubre	24,28
Noviembre	24,46
Diciembre	24,48
Promedio	24,00

Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 3.



Fuente: GADMT.2014

Elaborado por: Las autoras.

5.4. Tipo de investigación.

La investigación corresponde a un diseño no experimental, debido a que los investigadores no pueden manipular las variables del proceso; se basa en la investigación descriptiva, investigación de campo y documental.

5.4.1. Investigación descriptiva.

El objetivo de la investigación descriptiva fue describir, registrar, analizar e interpretar el comportamiento del área de estudio sin influir sobre él de alguna manera, esta información contribuyo a clasificar, ordenar y agrupar a los macroinvertebrados acuático en el trabajo indagado.

5.4.2. Investigación de campo.

Para el desarrollo de este proceso investigativo se requirió obtener información in situ, investigación que fue fundamental, al interpretar, detallar o explicar las posibles causas mediante el muestreo y la observación, la investigación se la realizo en las fuentes hídricas que intervienen al Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

5.4.3. Investigación documental.

La investigación documental es aquella que facilita realizar la consulta de documentos (libros, revistas, periódicos, memorias, investigaciones, anuarios, normas ambientales, ordenanzas, etc.), lo que permitió implementar una propuesta de manejo ambiental de acuerdo a los estudios realizados.

5.5. Levantar una línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

Para el desarrollo de este objetivo se cumplió con los siguientes procedimientos:

5.5.1. Gestión institucional.

Se realizó el acercamiento respectivo con los propietarios del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik., mediante un oficio solicitando la autorización para realizar el trabajo de investigación y a la vez la colaboración con la logística necesaria para el desarrollo y levantamiento de información. (Ver Anexo 1).

5.5.2. Identificación del área de estudio.

Para realizar esta actividad se contó con un GPS portátil marca Garmi y una foto satelital de la ciudad del Tena, facilitando identificar los puntos del muestreo con su respectiva georreferenciación.

5.5.3. Elaboración y Aplicación de la Matriz:

Se elaboró una matriz de recolección de datos de las Características Hidromorfológicas del río en base a la Matriz de Recolección de datos de Características Físicas y Calidad del Agua elaborado por la Universidad Regional Amazónica IKIAM (Ver Anexo 4), con el fin de adaptarla a la realidad del hábitat que presenta el proyecto de investigación, para usar esta matriz se escoge un tramo de río que mida entre 50 y 100 metros de longitud, esta información ayudara al levantamiento de la línea base del área de estudio y contiene la siguiente información:

- a) Datos Generales.
- b) Tiempo Atmosférico.
- c) Características del Tramo de Muestreo.
- d) Caracterización de la Corriente del Agua.
- e) Vegetación Riparia.
- f) Calidad del Agua.
- g) Formas Físicas de la Corriente.
- h) Sedimentos/sustratos.
- i) Organismos Acuáticos.

Se evaluaron los datos del 0 al 5, en donde 5 puntos equivale a excelentes condiciones, 4 a muy buenas condiciones, 3 moderado, 2 regular, 1 malo y 0 pésimas condiciones. La sumatoria de dichos puntos van de 0 a 15 calidad hidromorfológica pésima, de 16 a 35 puntos indican que la calidad es mala, valores de 36 a 55 su calidad se considera moderada, mientras que valores de 56 a 80 puntos indican que la calidad es buena y valores mayores a 81 puntos la calidad hidromorfológica se encuentra en excelentes condiciones.

a) Datos Generales.

Al hablar de datos generales, se habla de un sistema en donde los datos son la herramienta más adecuada para almacenar información importante a la hora de recolectar información sobre el área de estudio, se consideró los siguientes indicadores:

- Nombre del Río.
- Número del Punto.
- Localización.
- Responsables.
- Altura.
- Coordenadas Y, X.
- Fecha.
- Hora del muestreo.

b) Tiempo Atmosférico.

Es importante conocer el estado físico que adopta la atmósfera en un lugar durante un determinado momento o en un corto plazo, el grado en que está caliente o fría, húmeda o seca, calmada o tormentosa, clara o nublosa, dependiendo de estas condiciones climáticas se realiza el muestreo, si el tiempo atmosférico es análogo al clima del lugar, es factible realizar el monitoreo debido a que tendremos resultados más precisos.

Se consideró los siguientes parámetros: temperatura del aire; tiempo atmosférico actual, tiempo atmosférico de las últimas de 24 horas y tiempo atmosférico de 7 días, con los siguientes agregados:

- Tormenta 0 puntos.
- Lluvia 1 punto.
- Llovizna 2 puntos.
- Nubosidad 3 puntos.
- Soleado 4 puntos.
- Lluvia durante 7 días SI 0 puntos y NO 4 puntos.

c) Características del Tramo de Muestreo.

Para saber las condiciones ideales del tramo a muestrear, hay que observar los cambios que ocurren con el tiempo por la actividad humana, es preciso conocer su naturaleza y las áreas que lo rodean, considerando paisaje dominante del sitio a muestrear y la evidencia local de contaminación.

- Paisaje dominante bosque primario 5 puntos.
- Bosque secundario 3 puntos.
- Tierras agrícolas 2 puntos.
- Poteros 0 puntos.
- Turismo 2 puntos.
- Otros 1 punto.
- Evidencia local de la contaminación fuentes potenciales 0 puntos
- Evidencia local de la contaminación no hay evidencia 4 puntos.

d) Caracterización de la Corriente del Agua.

Al conocer el subsistema y el origen de la fuente hídrica a estudiar es necesario identificar la corriente de agua en la que se trabaja, mismos que contribuyeron a la mejor interpretación de los datos obtenidos en el muestreo. Los indicadores utilizados para el origen fueron:

- Glaciar con 4 puntos.
- Pantano 0 puntos.
- Río 3 puntos.
- Ojo de agua 2 puntos.
- Otros 1 punto.
- Subsistema perenne 4 puntos.
- Subsistema intermitente 0 puntos.

e) Vegetación Riparia.

Para (Celi, Guerra, & Rodes, 2018) la vegetación riparia es la protección de las riberas contra la erosión y las inundaciones, las alteraciones de las riberas afectan a las comunidades biológicas del río lo que provoca que se reduzca su diversidad. Se consideró los siguientes parámetros, grado de perturbación de la vegetación y parte dominante de la vegetación del tramo izquierdo y derecho:

- Arbórea 5 puntos.
- Arbustiva 3 puntos.
- Herbácea 1 punto.
- Construcciones 0 puntos.

f) Calidad del Agua.

Es la relación de la salud de los ecosistemas, se refiere a las características químicas, físicas y biológicas, es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una o más especies bióticas o a cualquier necesidad humana o propósito. Se considera los parámetros de temperatura, conductividad y pH; restos de combustibles o aceites, olor y presencia de desechos sólidos.

- Restos de combustibles: las existencias de estos combustibles impactan de una forma radical el hábitat, si se encuentra restos de combustibles tendrá 0 puntos y si no se encuentra 4 puntos.

- Presencia de desechos sólidos: la presencia de contaminantes altera la calidad del agua, la ausencia de desechos tendrá 4 puntos, una leve presencia 2 puntos, moderada presencia 1 punto y 0 puntos grave presencia de sólidos.

- Olor: los olores se deben a los compuestos derivados del crecimiento biológico, actividades industriales, tratamientos químicos, o la misma fontanería, pero la causa más común es la vegetación descompuesta si el olor es inoloro 4 puntos, olor a alcantarilla 1 punto, olor a pescado 1 punto y otros 0 puntos.

g) Formación Física de la Corriente.

La formación de la corriente contribuye con la diversidad de hábitat acuáticas que existen y la alteración o la reducción del caudal natural perjudica a las especies que habitan en el tramo río-abajo.

Se tomaron en cuenta la Longitud del tramo, la proporción (superficie) de tipos morfológicos del tramo, la estabilidad del banco (áreas erosionadas), diversidad del hábitat, estabilidad del hábitat (sustrato para Epifauna, superficie emergida dentro del río), alteración del cauce (Canalización y Dragado).

- Proporción (superficie) de tipos morfológicos del tramo: se considera si el tramo tiene rápidos 1 punto, corriente 1 punto, poza 1 punto, en caso de tener todos los anteriores se suma un punto al final de la suma.

- Estabilidad del banco (áreas erosionadas): es la permanencia en el tiempo de las características geométricas del borde del río, se consideró el tramo tanto para el lado izquierdo como para el derecho calificando 0 puntos inestable, 1 punto baja estabilidad, 3 puntos moderadamente estable y 5 puntos estable.

- Diversidad del hábitat: son las relaciones que se producen entre individuos de distintas especies y se da esto debido a la existencia de zonas profundas y rápidas; zonas someras y rápidas; zonas profundas y lentas; zonas someras y lentas; cada una de ellas tienen una puntuación de 1 punto, en caso de presentar con todas las características anteriores se suma 1 punto más a su resultado.

- Estabilidad del hábitat (sustrato para Epifauna, superficie emergida dentro del río): a mayor diversidad de hábitats y sustratos, mayor biodiversidad por lo cual se da el valor de 5 puntos a más del 70% de estabilidad del hábitat, 3 puntos de 50-70%, 2 puntos de 30-50%, 1 punto de 10-30% y menores del 10% 0 puntos.

- Alteración del cauce (canalización y dragado): al modifica la forma natural del cauce algunos de los parámetros y especímenes que viven ahí, con el tiempo el tramo de río cambiará su condición, los siguientes agregados tendrán la siguiente puntuación: Nada 4 puntos, 3 puntos del 0-25%, 2 puntos del 25-75%, 1 punto del 75-100% y 0 puntos a la alteración del cauce en un 100%.

h) Sedimentos/Sustratos.

Es la superficie en la que una planta o un animal vive, por otro lado, la liberación de los sedimentos que se acumulan en el agua puede tener efectos adversos sobre los macroinvertebrados, tales como una menor visibilidad para los depredadores, dificultades en la respiración y obstrucción de las estructuras filtradoras, entre otros. Los parámetros necesarios para este ítem son: olor, restos de combustibles y componentes orgánicos del sustrato.

- Olor: si el olor es inoloro 4 puntos, alcantarillado 2 puntos, putrefacto 1 punto y otros 0 puntos.
- Restos de combustibles o aceites: si no se encuentra (ausentes) 4 puntos, leve 2 puntos, moderado 1 punto y grave 0 puntos.
- Componentes orgánicos del sustrato: detritus (descomposición de una masa sólida en partículas) 3 puntos, suciedad-fango 1 punto y marga (rocas sedimentarias) 2 puntos.

i) Organismos Acuáticos.

Los organismos acuáticos juegan papeles importantes dentro de básicamente todos los procesos ecológicos de los sistemas acuáticos. La composición de la comunidad, la diversidad de especies indicadoras de buena o mala calidad, dice más o menos de cómo está el ecosistema. Al momento de muestrear importante anotar el código de la muestra de macroinvertebrados acuáticos asignado y la proporción de riqueza de vegetación acuática.

- Proporción de riqueza de vegetación acuática: si se encuentra mucha riqueza de vegetación acuática 4 puntos, moderado 3 puntos, poco 2 puntos y ausente 0 puntos.

5.5.4. Obtención de Resultados.

Recolectado los datos necesarios, se precedió a la tabulación de los datos, por lo cual se necesitó la ejecución de las siguientes actividades:

La tabulación de la información fue recolectada en el campo la cual se agrupo permitiendo la explicación de cada indicador.

Los resultados fueron sistematizados en el programa Microsoft Excel el cual permitió exportar los resultados a cuadros, gráficos, tablas, entre otros, haciendo que la información sea más clara.

Considerando que las matríces aplicadas constaban de 8 ítems, dividido en diferentes parámetros con preguntas específicas y concretas, se aplicó a los 4 puntos muestreados, los valores asignados correspondientes al criterio de los encuestadores permitiendo aplicar y comprobar los resultados obtenidos.

5.6. Determinar la calidad del agua mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

La calidad del agua es un tema crítico, por esta razón se desarrolló la evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados acuáticos, debido a que reaccionan a cambios que pueden ser provocados por efecto de la contaminación, siendo sensibles a cambios en la temperatura, pH, oxígeno disuelto, conductibilidad y otros parámetros, proporcionando información que los análisis fisicoquímicos no detectan. Para determinar la calidad del agua se utilizó los índices BMWP/COL “Biological Monitoring Working Party para Colombia” y el ABI “Índice Biótico Andino”, en base a los resultados obtenidos en el monitoreo, se utilizó las tablas del BMWP/Col y del ABI, obteniendo resultados actuales referentes al área de estudio.

5.6.1. Identificación del Punto de Muestreo.

Para seleccionar los puntos de muestreo se recorrió todo el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik considerando actividades que influyeran en los resultados de las muestras, mediante la utilización de un GPS marca Garmin se establecieron los 4 puntos a muestrear.

Tabla 4. Localización de los Puntos Muestreados.

Datos Generales			Datos Georreferenciales			
Nº	Nombre del Río	Localización	Código GPS	Altitud	Latitud	Longitud
1	Pimpilala	Estero Pimpilala descargas	E.PIN.D	705	9897110	180971
2	Pimpilala	E. Pimpilala Aguas Arriba	E.PIN.AR	730	9897904	180565
3	Shitig	Río Shitig descargas	R.SH.D	659	9896687	180405
4	Shitig	Río Shitig Aguas Arriba	R.SH.AR	711	9897723	180119

Elaborado por: Las autoras.

5.6.2. Muestreo de Macroinvertebrados.

Para el muestreo de macroinvertebrados se utilizó el Manual de Métodos de Recolección por Ramírez Alonso, la Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica por Mafla Herrera Maribel, Protocolo Simplificado y Guía de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA-S) por Andrea Encalada, María Rieradevall, Blanca Ríos-Touma, Natalia García y Narcís Prat, Guía Metodológica para el Biomonitorio de Macroinvertebrados e Ictiofauna en la Cuenca del Río Napo por Nugra-Salazar, E. Segovia, M. Benítez, D. Reinoso y el Manual de Macroinvertebrados Acuáticos como Indicadores de la Calidad del Agua en la Cuenca del Lago del Atitlán por Reyes Morales Fátima, entre otros.

La finalidad de un muestreo es de recolectar la mayor diversidad de macroinvertebrados. Para (Reyes Morales, 2012) es importante explorar distintas microhábitats (piedra, hojarasca, troncos, orillas, arena y sedimentos), mientras que para (Mafla Herrera, 2005) se deben muestrear las orillas, raíces, vegetación y objetos sumergidos asegurando que parte del sustrato y la fauna queden atrapados. Para obtener resultados más confiables se elige un tramo no superior a 50m de largo y se realiza 3 submuestreos de 3 minutos por cada punto (Reyes Morales, 2012).

a) Recolección de la Muestra.

Existen numerosas metodologías para el muestreo, se utilizó una red tipo “D” de 20x30cm de área de superficie y con un poro de 0,5mm, dicha red se coloca en el fondo del río contra corriente y con la mano se limpia y remueve todo el material que se encuentra en el fondo, cogiendo todo el sustrato comprendido en el área por un minuto. La muestra recolecta se coloca en una bandeja de plástico transparente para una mejor visualización de macroinvertebrados.

b) Limpieza de Macroinvertebrados.

Las muestras recolectadas se colocaron en una bandeja de plástico transparente para su visualización, con ayuda de una pinza entomológica se separaron los macroinvertebrados(visibles) del sustrato, se los coloca cuidadosamente en un envase de vidrio de 50ml, mientras que el sedimento se coloca en un envase de plástico de 1l para su posterior identificación en el laboratorio.

c) Preservación de la Muestra.

Para la conservación de las muestras se los coloca en tubos Eppendorf o en envases de vidrio de 50ml con alcohol etílico al 96%, la cantidad de alcohol utilizado fue suficiente como para cubrir la muestra. Las muestras fueron etiquetas con sus respectivos datos.

d) Etiqueta de la Muestra.

En base a la Guía de Métodos de Recolección por Alonso Ramírez se adaptó la etiqueta del proyecto con la siguiente información:

Imagen 4. Etiqueta para las muestras de macroinvertebrados.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS		
ID sitio:		
Código de la muestra:	Alcohol al:	
Fecha:	Hora de inicio:	
Recolectado por:		

Elaborado por: Las autoras.

e) **Identificación de Macroinvertebrados.**

Para la identificación de los macroinvertebrados se utilizó un estereoscopio y con ayuda de una Guía para la identificación de Invertebrados Acuáticos por Alejandro Palma y se procedió al cálculo del Índice BMWP/Col y del ABI, índices que ayudaron a determinar la calidad del agua del presente proyecto.

5.7. Proponer un Plan de Manejo Ambiental modelo para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

El Plan de Manejo Ambiental (PMA), constituye un instrumento de gestión que permite planificar, definir y facilitar la aplicación de medidas ambientales destinadas a prevenir, corregir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales producidos en fase de operación por los diferentes procesos de producción del Proyecto Granja Piscícola Río Shitik, para lo cual se propone la siguiente estructura de Plan de Manejo Ambiental:

- a) Introducción.
- b) Objetivo.
- c) Alcance.
- d) Propuesta del Plan de Manejo Ambiental.
 - Programa de prevención, control y mitigación ambiental.
 - Programa de señalización.
 - Programa de capacitación.
 - Programa de manejo de desechos sólidos.
 - Programa de contingencias.
 - Programa de salud y seguridad ocupacional.
 - Programa de monitoreo y seguimiento ambiental.
 - Programa de cierre y abandono.

a) Introducción.

El contenido de este ítem se base en la problemática y el resultado de objetivos desarrollados en la investigación, información que sirve para la elaboración del Plan de Manejo Ambiental, para proponer la práctica de una buena gestión ambiental en la crianza de alevines y comercialización de peces.

b) Objetivo.

Los objetivos están enmarcados de acuerdo a las necesidades de prevenir, controlar y mitigar posibles impactos negativos que sean identificados la crianza de alevines y comercialización de peces.

c) Alcance.

Describir el área cubierta y los actores que van a estar involucrados en el Plan de Manejo Ambiental.

d) Propuesta de Plan de Manejo Ambiental.

En este capítulo se detalla la estructura del Plan de Manejo Ambiental con sus respectivos programas para su propuesta de ejecución, con el fin de controlar, mitigar, recuperar y proteger la salud de los trabajadores y del medio ambiente en el Proyecto Granja Piscícola Río Shitik.

- **Programa de prevención, control y mitigación de impactos.**

Las medidas de mitigación de impactos tienen por finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del proyecto o actividad, cualquiera sea su fase de ejecución.

- **Programa de señalización.**

Establecer el aprovisionamiento de la señalización, para prevenir, informar o prohibir a los trabajadores y usuarios de los accesos dentro del área, de los riesgos que se pueden encontrar en el sitio de trabajo.

- **Programa de capacitación.**

Este programa contribuye a la educación, capacitación y respeto por el patrimonio natural a cada persona que intervenga en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

- **Programa de manejo de desechos sólidos.**

Establecer criterios para identificar, clasificar, reciclar, controlar y disponer los desechos generados en el área de estudio, en conformidad con las regulaciones y normas ambientales vigentes.

- **Programa de contingencias.**

Este programa contribuye a prevenir y evitar los riesgos en el trabajo, que pongan en peligro, la infraestructura, equipos y la integridad física del personal que labora en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

- **Programa de salud y seguridad ocupacional.**

Establece medidas de seguridad ocupacional y programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental para todo su personal.

- **Programa de seguimiento y monitoreo:**

El programa de seguimiento, comprende una serie de acciones e indicadores destinados a garantizar el cumplimiento de los alcances de las medidas de manejo ambiental, previstas en la fase de operación del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, el seguimiento, inician con la verificación del cumplimiento de las acciones planteadas en el plan de manejo ambiental.

- **Programa de cierre y abandono.**

El programa de cierre o abandono establece las actividades necesarias para la rehabilitación del área utilizada durante la fase de operación, alcanzando características compatibles con un ambiente saludable, seguro y adecuado para el desarrollo de la vida.

F. RESULTADOS

6.1. Levantar una línea base de las Fuentes Hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

6.1.1. Gestión Institucional.

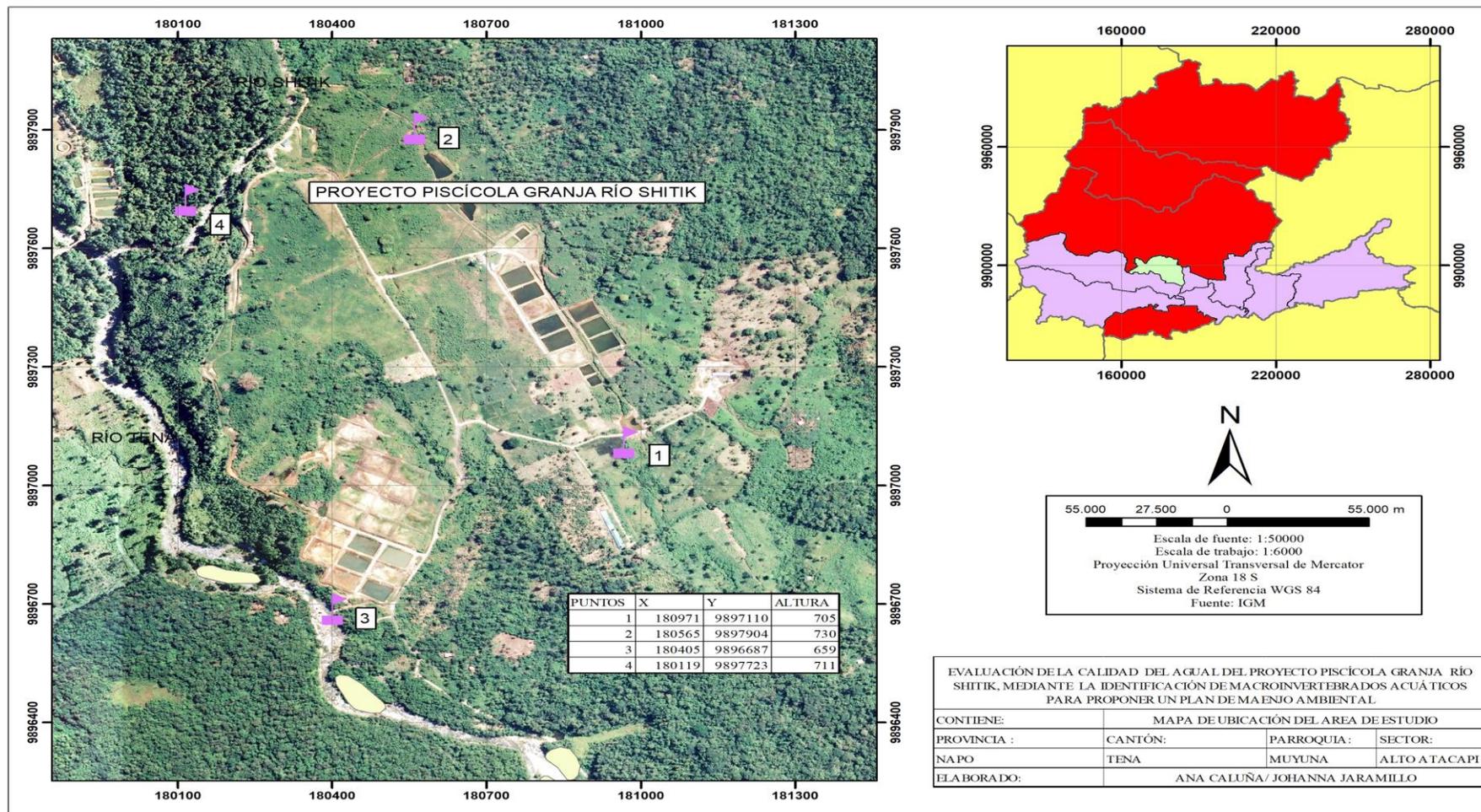
Se realizó el acercamiento respectivo con los propietarios del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik., mediante un oficio solicitando la autorización para realizar el presente trabajo de investigación y a la vez la colaboración con la logística necesaria para el desarrollo y levantamiento de información, se obtuvo una respuesta escrita dándonos la total autorización para realizar el levantamiento de la línea base. (Anexo 2).

6.1.2. Identificación del Área de Estudio.

Los sitios donde se realizó el muestreo se encuentran georreferenciados cada 50m aguas arriba y aguas abajo, en puntos significativos a las fuentes hídricas que intervienen en el área de estudio para proceder a tomar los puntos de cada uno.

A continuación, se presenta la ubicación geográfica de los puntos de muestreo en las fuentes hídricas que intervienen al presente proyecto.

Figura 3. Mapa de la Ubicación de los Puntos de Muestreo.



Elaborado por: Las autoras.

6.1.3. Elaboración y Aplicación de la Matriz.

El levantamiento de información se realizó considerando parámetros que ayuden a conocer la calidad hidromorfológica del río, la matriz está enfocada en un análisis que exprese de forma directa y concisa la calidad y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.

6.1.4. Obtención de Resultados.

Se sistematizó la información recolectada, agrupando los datos que permitieron la explicación en porcentajes y representando todos los parámetros empíricos en tablas y gráficos, facilitando su comprensión e interpretación.

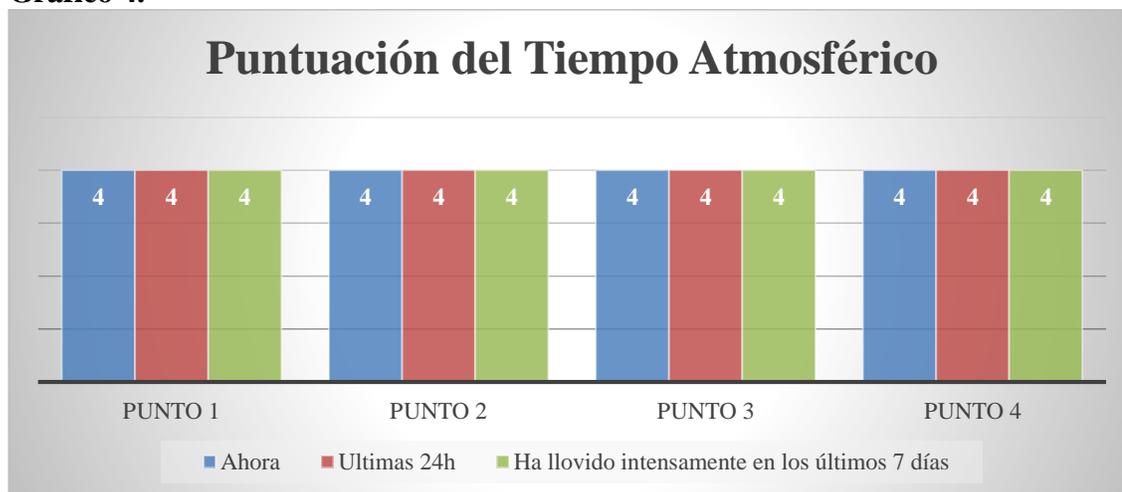
Ítem 1. Tiempo Atmosférico.

Tabla 5. Tiempo Atmosférico.

TIEMPO ATMOSFÉRICO				
Nº Punto	Ahora	Últimas 24h	Ha llovido intensamente en los últimos 7 días	Temperatura del Aire °C
1	Soleado 4pts	Soleado 4pts	No 4pts	28,00
2	Soleado 4pts	Soleado 4pts	No 4pts	30,00
3	Soleado 4pts	Soleado 4pts	No 4pts	27,70
4	Soleado 4pts	Soleado 4pts	No 4pts	28,20

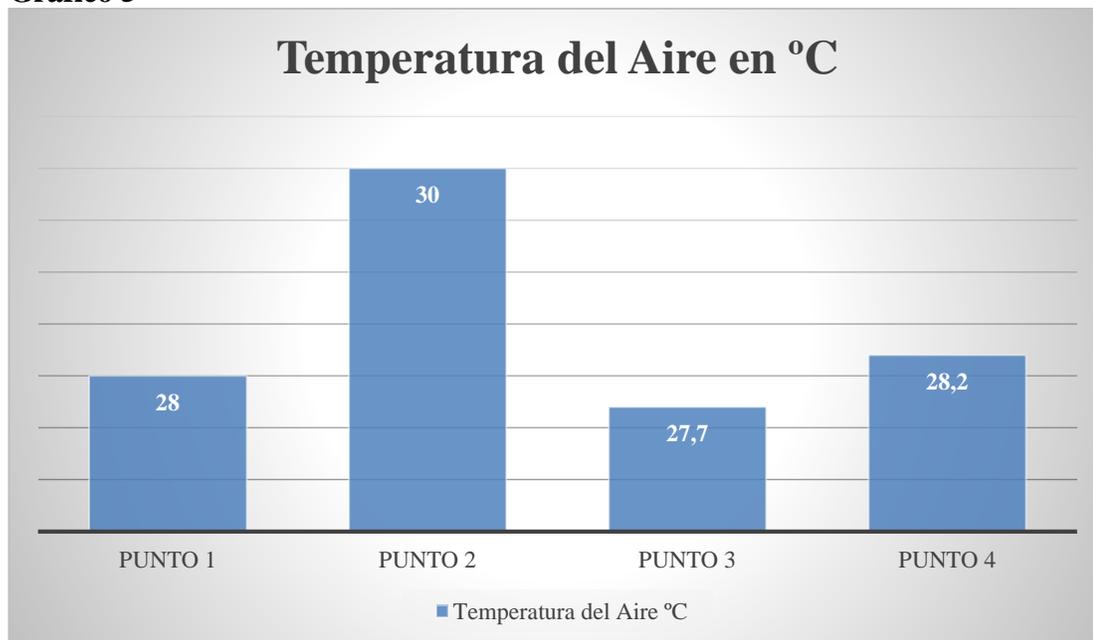
Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 4.



Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 5



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 5, gráficos 4 y 5, conforme a los resultados obtenidos, todos los parámetros se encuentran en condiciones buenas para realizar el muestreo de macroinvertebrados, la única variación de cada punto se da en referencia a la temperatura ambiental.

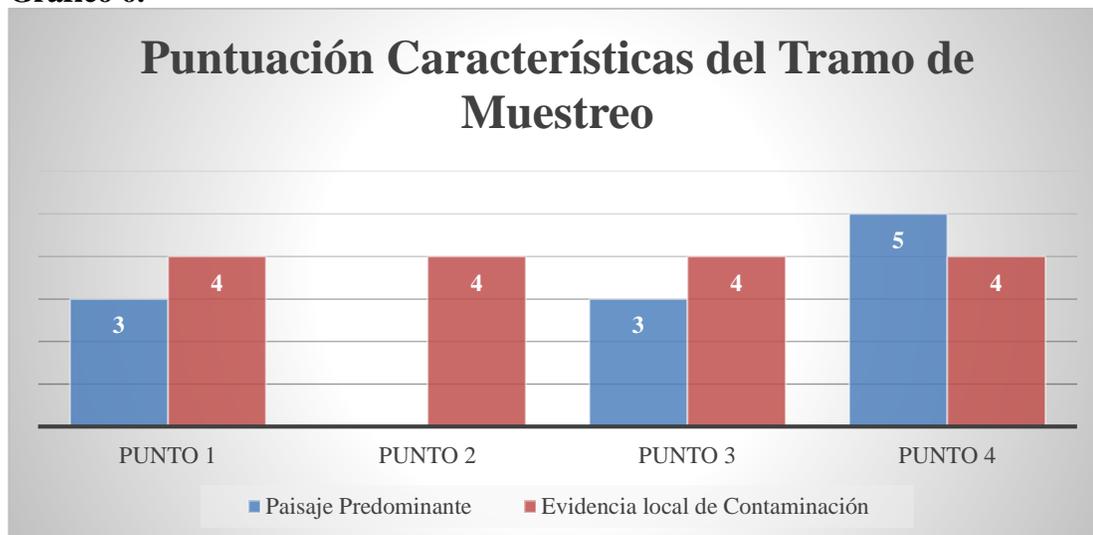
Ítem 2. Características del Tramo de Muestreo.

Tabla 6. Características del Tramo de Muestreo.

CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO DE MUESTREO				
Nº Punto	Paisaje Predominante		Evidencia local de Contaminación	
1	Bosque secundario	3pts	No evidencia	4pts
2	Potrero	0pts	No evidencia	4pts
3	Bosque secundario	3pts	No evidencia	4pts
4	Bosque primario	5pts	No evidencia	4pts

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 6.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 6 y gráfico 6, en los parámetros de la Característica del Tramo de muestreo no se observa evidencia de contaminación, pero en el punto 2, se puede observar que el paisaje dominante ha pasado de ser bosque a ser potrero, mientras que en el punto 4, el paisaje dominante se mantiene en bosque primario debido a que no existen asentamientos humanos que alteren el hábitat.

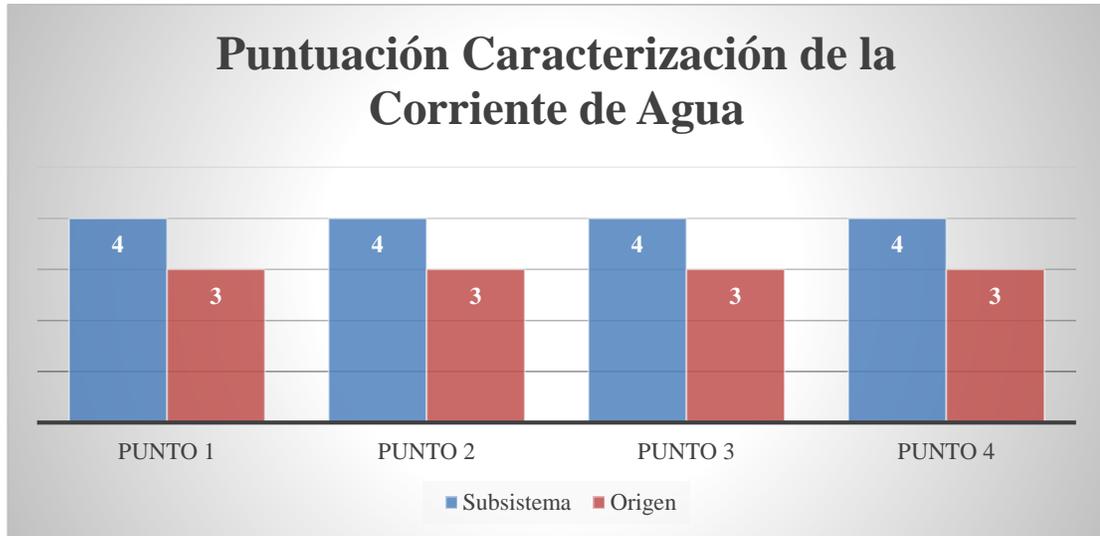
Ítem 3. Caracterización de la Corriente de Agua

Tabla 7. Caracterización de la Corriente de Agua.

CARACTERIZACIÓN DE LA CORRIENTE DE AGUA				
Nº Punto	Subsistema		Origen	
1	Perennes/permanentes	4pts	Río	3pts
2	Perennes/permanentes	4pts	Río	3pts
3	Perennes/permanentes	4pts	Río	3pts
4	Perennes/permanentes	4pts	Río	3pts

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 7.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 7 y gráfico 7, los puntos muestreados presentan un origen de agua de río debido a que la Cuenca de Napo alimenta a casi todas las fuentes hídricas de la ciudad y al pertenecer a dicha Cuenca, su constante caudal se beneficia de un subsistema perenne.

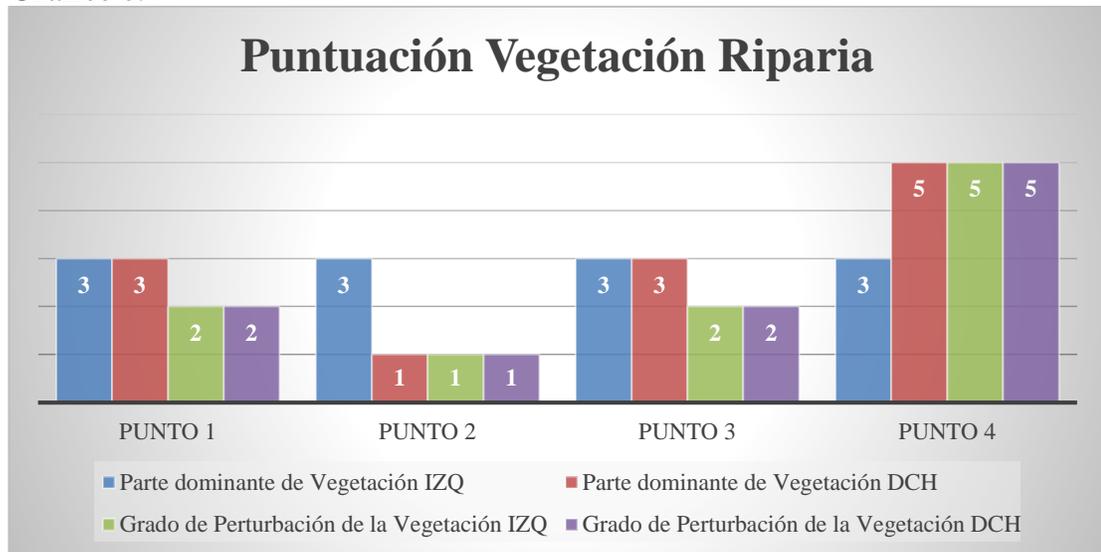
Ítem 4. Vegetación Riparia.

Tabla 8. Vegetación Riparia.

VEGETACIÓN RIPARIA				
N° Punto	Parte dominante de Vegetación		Grado de Perturbación de la Vegetación (%perturbación/deforestación)	
	Izquierda	Derecha	Izquierda	Derecha
1	Arbustiva 3pts	Arbustiva 3pts	50-70% 2pts	50-70% 2pts
2	Arbustiva 3pts	Herbácea 1pts	70-90% 1pts	70-90% 1pts
3	Arbustiva 3pts	Arbustiva 3pts	50-70% 2pts	50-70% 2pts
4	Arbustiva 3pts	Arbórea 5pts	<30% 5pts	<30% 5pts

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 8.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 8 y gráfico 8, se puede observar que el punto 2, la vegetación ha empobrecido como resultado de las actividades ganaderas, dando paso a la aparición de hierbas y arbustos, que a comparación del punto 4, este se mantiene con una vegetación arbórea y arbustiva reflejando una excelente calidad del hábitat.

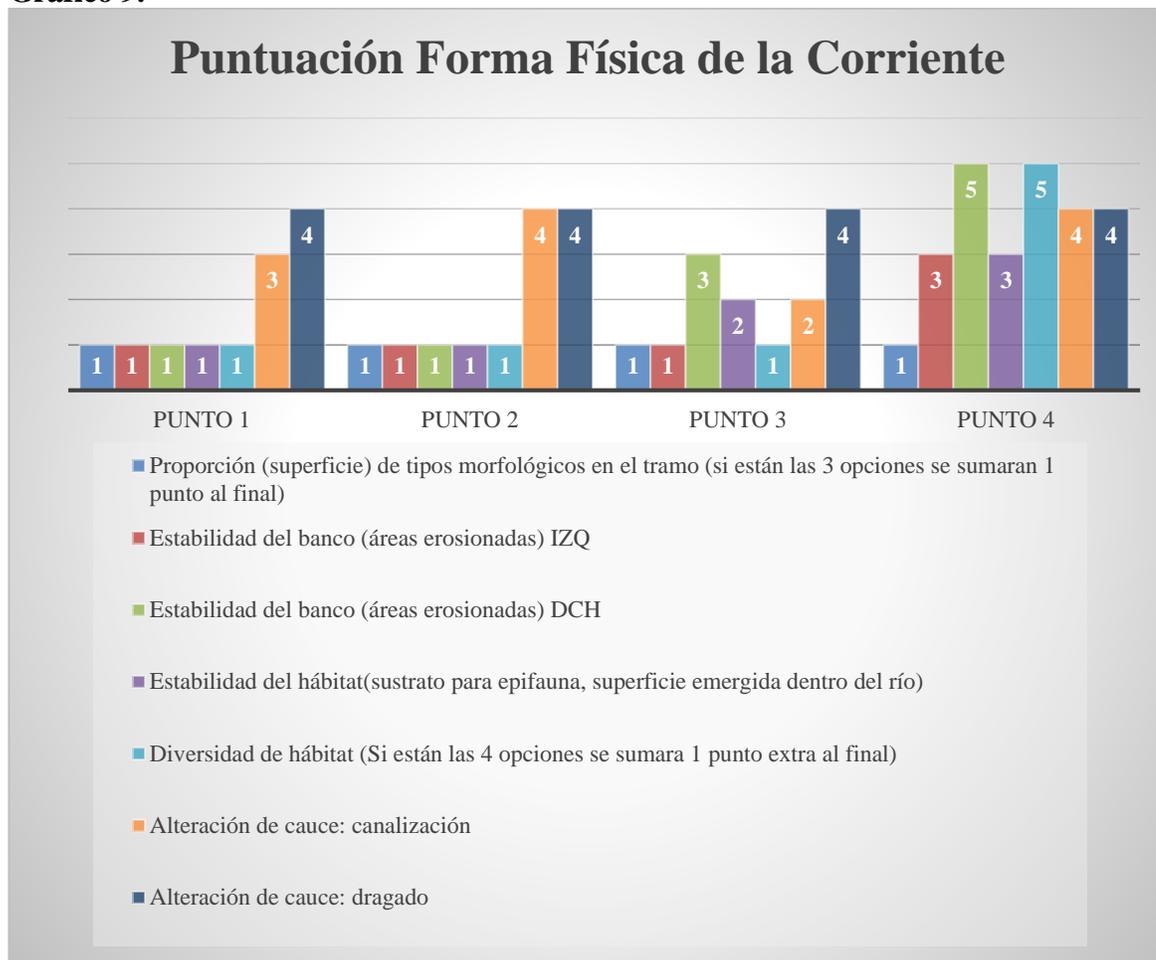
Ítem 5. Forma Física de la Corriente.

Tabla 9. Forma Física de la Corriente.

FORMA FÍSICA DE LA CORRIENTE								
N° Punto	Longitud total del Tramo en metros (m)	Proporción (superficie) de tipos morfológicos en el tramo (en caso de tener las 3 opciones se sumaran 1 punto al final)	Estabilidad del banco (áreas erosionadas)		Estabilidad del hábitat(sustrato para epifauna, superficie emergida dentro del río)	Diversidad de hábitat (Si están las 4 opciones se sumara 1 punto extra al final)	Alteración de cauce: canalización	Alteración de cauce: dragado
			Izquierda	Derecha				
1	50	Corriente 1pts	Baja. Estabilidad 1pts	Baja. Estabilidad 1pts	10-30% 1pts	Zonas someras y lentas 1pts	0-25% 3pts	Nada 4pts
2	50	Corriente 1pts	Baja. Estabilidad 1pts	Baja. Estabilidad 1pts	10-30% 1pts	Zonas someras y lentas 1pts	Nada 4pts	Nada 4pts
3	50	Corriente 1pts	Baja. Estabilidad 1pts	Mod. Estable 3pts	30-50% 2pts	Zonas someras y rápidas 1pts	25-75% 2pts	Nada 4pts
4	50	Corriente 1pts Rápidos 1pts	Mod. Estable 3pts	Estable 5pts	50-70% 3pts	Zonas rápidas y profundas 1pts; zonas someras y rápidas 1pts; Zonas profundas y lentas 1pts; Zonas someras y lentas 1pts	Nada 4pts	Nada 4pts

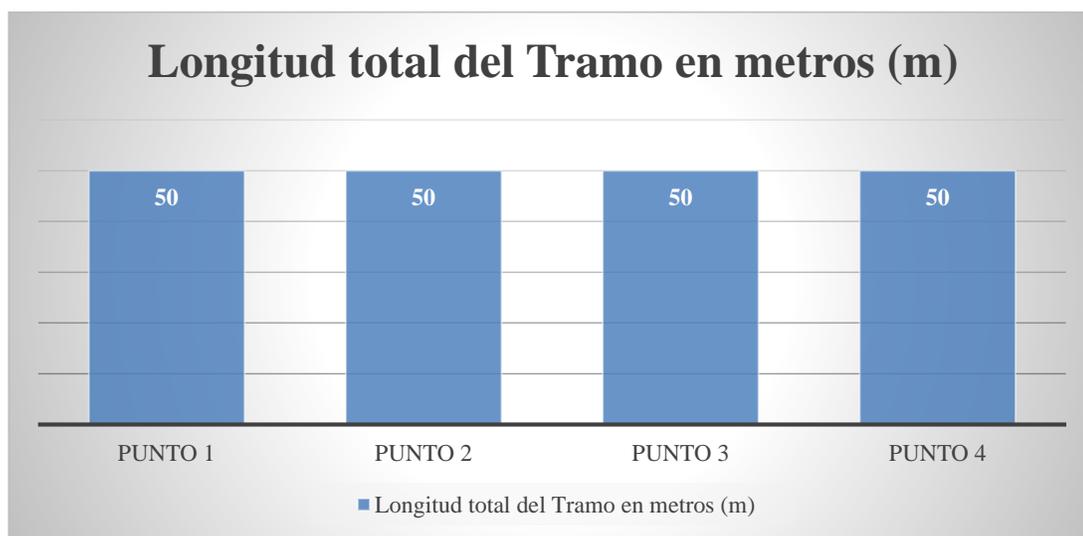
Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 9.



Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 10



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 9, gráficos 9 y 10, conforme los resultados obtenidos, el muestreo se realizó en un tramo de 50m, los parámetros que se encuentran más alterados son la inestabilidad del banco que se debe a la pérdida de vegetación y provoca escorrentía o arrastre de contaminantes entre otros; la alteración de la calidad del agua se da por la canalización realizada para llenar las piscinas del Proyecto Piscícola, este proceso altera y disminuye la diversidad de especímenes debido al cambio que provoca en su hábitat.

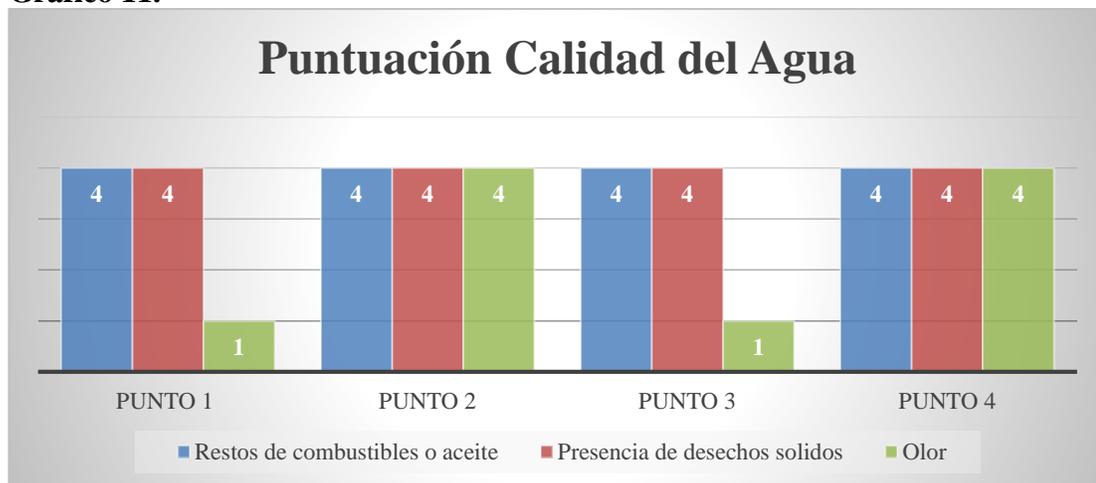
Ítem 6. Calidad del Agua.

Tabla 10. Calidad del Agua.

CALIDAD DEL AGUA						
Nº Punto	Temperatura (°C)	Conductividad (µS)	pH	Olor	Restos de combustibles o aceite	Presencia de desechos sólidos
1	25,60	17,00	6,56	Pescado 1pts	Ausente 4pts	No 4pts
2	24,00	6,00	6,50	Inoloro 4pts	Ausente 4pts	No 4pts
3	25,10	21,10	6,70	Pescado 1pts	Ausente 4pts	No 4pts
4	22,40	24,00	7,80	Inoloro 4pts	Ausente 4pts	No 4pts

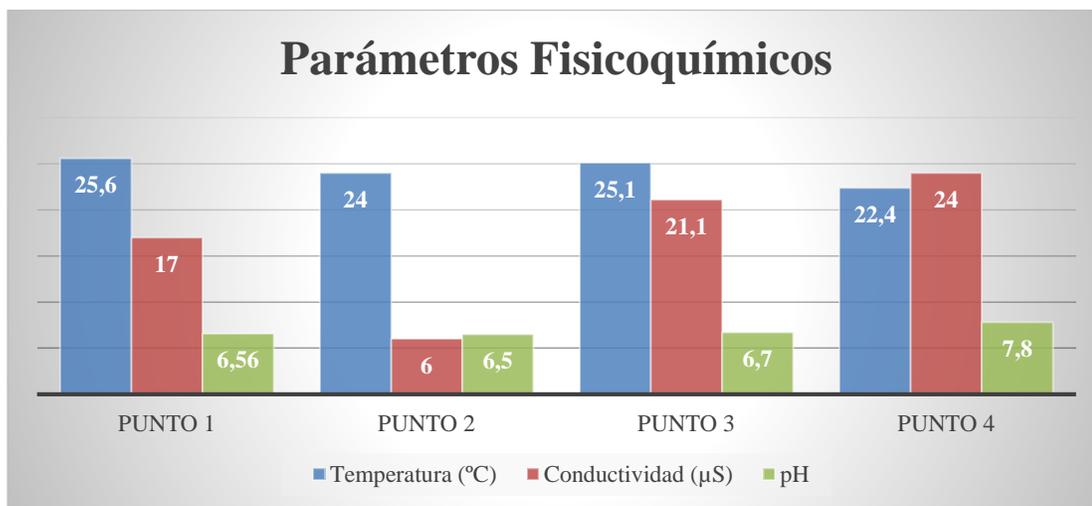
Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 11.



Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 12



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 10, gráfico 11 y 12, no se pueden observar desechos sólidos en los puntos de muestreo ni presencia de combustibles, los parámetros cuyo valor es diferente en cada punto es el pH, al variar los valores de pH se afecta la regularización de los procesos biológicos, la disponibilidad de nutrientes y la movilidad de los mismos; mientras que al elevarse o bajar la temperatura, esto no regula procesos vitales para los organismos vivos afectando las propiedades químicas y físicas; el empobrecimiento de una conductibilidad no indica que el agua sea de mala calidad; el olor en el agua puede ser originario por distintas causas que pueden encontrarse en su origen, tratamiento o en la propia red de distribución, generalmente las causas están en el origen, el olor puede darse por la descomposición de algas o por vertidos de desechos domésticos, actividades agrícolas, agropecuarias entre otros.

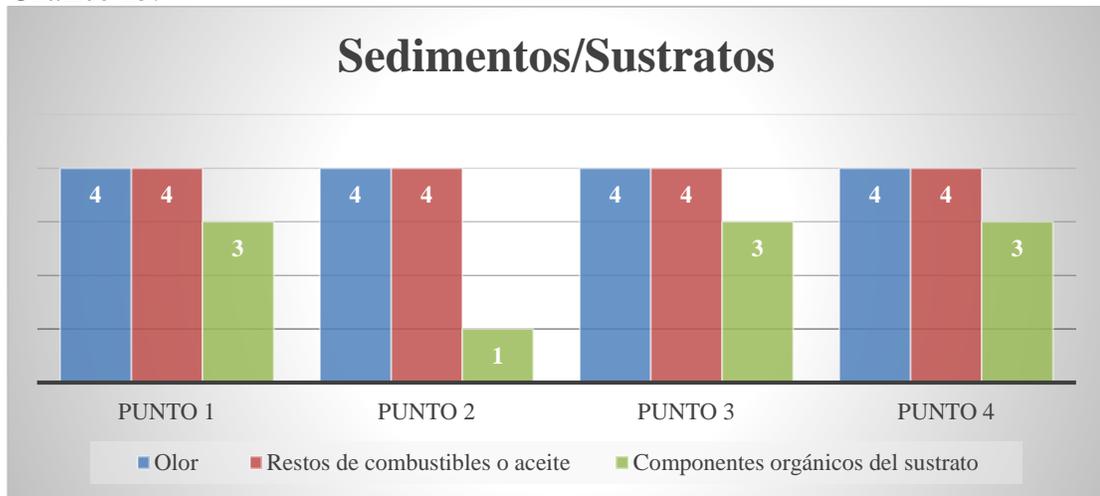
Ítem 7. Sedimentos/Sustratos.

Tabla 11. Sedimentos/Sustratos.

SEDIMENTOS/SUSTRATOS					
Nº Punto	Olor	Restos de combustibles o aceite	Componentes orgánicos del sustrato		
1	Inoloro 4pts	Ausentes 4pts	Detritus 3pts		
2	Inoloro 4pts	Ausentes 4pts	Suciedad-fango 1pts		
3	Inoloro 4pts	Ausentes 4pts	Detritus 3pts		
4	Inoloro 4pts	Ausentes 4pts	Detritus 3pts		

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 13.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 11 y gráfico 13, se aprecia que el punto 2 la muestra de sedimento estaba conformada por suciedad-fango siendo una fuente de contaminación por las partículas arrancadas del suelo y arrastradas por el agua, junto con otros materiales que hay en suspensión en el agua, lo que provoca la aparición de especímenes más resistente a cambios, mientras que las muestras de sustrato obtenidas con detritus, se pueden encontrar mayor diversidad de especímenes.

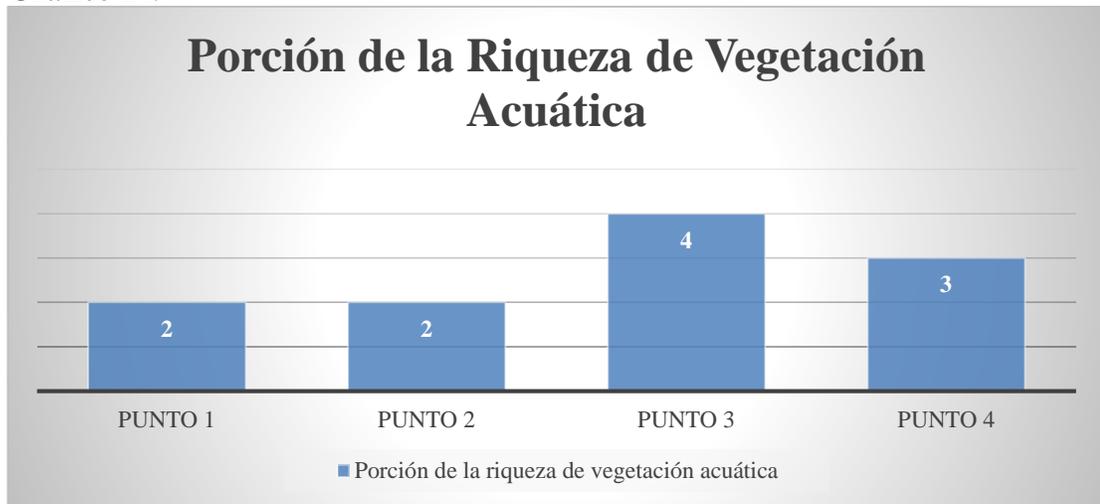
Ítem 8. Organismos Acuáticos.

Tabla 12. Organismos Acuáticos.

ORGANISMOS ACUÁTICOS			
Nº Punto	Código muestra de macroinvertebrados acuáticos	Porción de la riqueza de vegetación acuática	
1	E.PIN.D	Poco	2pts
2	E.PIN.AR	Poco	2pts
3	R.SH.D	Mucho	4pts
4	R.SH.AR	Moderado	3pts

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 14.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En la tabla 12 y gráfico 14, se obtuvo una diversidad de macroinvertebrados al igual que cantidad esto se da por la riqueza de nutrientes que presentan las fuentes hídricas muestreadas y la diversidad de hábitat en que se encuentran.

El resultado del punto 1 es de 70 puntos, categorizándole en una buena calidad hidromorfológica, esta puntuación se da por las descargas de agua de las piscinas del Proyecto, a pesar de cumplir con los límites permisibles el agua que descarga el Proyecto contiene más de los nutrientes necesarios, provocando cambios en el hábitat acuática y en las características hidromorfológicas.

El punto 2 tiene 65 puntos, categorizándole en una buena calidad hidromorfológica, este resultado se da por la transformación de su hábitat a potrero, aunque no existe mucha contaminación si alteran y degradan la vegetación, el agua se ve expuesta a materias fecales provocando la formación de nuevas comunidades de macroinvertebrados.

En el punto 3 se obtuvo 74 puntos, categorizándole en una buena calidad hidromorfológica, esto se debe a la existencia de un dique que transporta las

descargas del Proyecto 1, aunque se trata de cumplir con los parámetros necesarios para introducir esa agua a la fuente hídrica, no se descontamina al 100% por lo que el agua actual se ve alterado provocando el apareamiento de nuevos especímenes de buena o mala calidad, esto también se da por la modificación de la vegetación en el lugar.

En el punto 4 se obtuvo 98 puntos, categorizándole en una excelente calidad hidromorfológica del río, este punto se mantiene casi intacto debido a que no existe comunidades cercanas ni actividades humanas aguas arriba del punto, el hábitat existe en la zona contribuye a la preservación de buenos indicadores.

6.2. Determinar la Calidad del Agua mediante la identificación de Macroinvertebrados Acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

6.2.1. Identificación del Punto de Muestreo.

Al obtener la respectiva autorización para ingresar al proyecto Piscícola Granja Río Shitik para la toma de los puntos. Cada sitio muestreado está georreferenciado cada 50m de longitud del tramo del río, en puntos significativos del Proyecto Piscícola.

6.2.2. Muestreo de Macroinvertebrados.

El objetivo fue recolectar la mayor diversidad de macroinvertebrados acuáticos en sus hábitats de los diferentes puntos muestreados.

a) Recolección de la muestra:

En la recolección se utilizó una Red en “D” de 20x30cm de área de superficie con un poro de 0,5mm, como lo sugiere (Reyes Morales, 2012) se coloca la red en el fondo del río en contra de la corriente y con la mano se limpió y removió por un minuto, recolectando muestras de macroinvertebrados incluido el sustrato.

b) Limpieza de Macroinvertebrados:

Con ayuda de las manos se retiró restos orgánicos e inorgánicos y con una pinza entomológica se separó los macroinvertebrados(visibles) del sustrato, colocándoles en un envase de vidrio de 50ml, mientras que el sedimento se colocó en un envase de plástico de 1l para su identificación en el laboratorio.

c) Preservación de la Muestra:

Para conservar las muestras se los coloco en tubos Eppendorf o en envases de vidrio de 50ml con alcohol etílico al 96%, pertinentes a su familia; de acuerdo a varios estudios la concentración de alcohol en ese porcentaje, mantienen a las muestras frescas evitando destruir el ADN, que puede servir para estudios posteriores.

d) Etiqueta de la Muestra:

Para evitar confusiones se elaboró una etiqueta en base a la Guía de Métodos de Recolección por Alonso Ramírez adaptando la etiqueta para el estudio, la cual tiene información detallada de los especímenes, con la siguiente información:

Imágen 5. Etiqueta para la preservación de los macroinvertebrados.

Evaluación Calidad Agua Mediante la Identificación de Macroinvertebrados "GRANJA RÍO SHITIK"	
ID sitio:	
Familia:	
Fecha:	Alcohol al:
Recolectado por:	

Elaborado por: Las autoras.

e) Identificación de Macroinvertebrados:

Se utilizó un estereoscopio marca Motic, con ayuda de la clave dicotómica obtenido en la Guía para la Identificación de Invertebrados Acuáticos por Alejandro Palma, se identificó la familia y el orden de macroinvertebrados acuáticos. Los macroinvertebrados acuáticos identificados fueron examinados y aprobados por la MSc. Estefanía Nataly Quiroz Carrión y el PhD. Jorge Celi. (Ver Anexo 5).

Resultados del índice BMWP/Col.

Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party para Colombia).

Para los resultados de los 4 puntos muestreados se utilizó la tabla de puntuaciones BMWP/Col asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos, se obtuvo 2.610 macroinvertebrados divididas de 31 familias en los 4 puntos de estudio. (Ver Anexo 10).

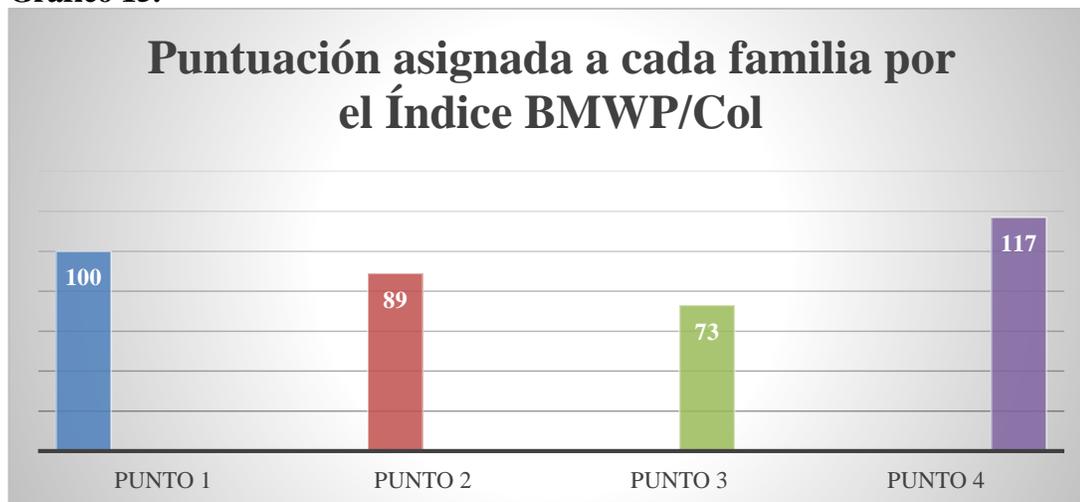
Tabla 13. Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP/Col.

Orden	Familia	Puntuación asignada a cada familia por el índice BMWP/Col			
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Coleóptera	Elmidae (Larva)	6	6	6	6
	Elmidae (Adulto)	6	6	6	6
	Psephenidae				10
Plecóptera	Perlidae				10
Annelida	Hirudinea	N.P*			
Gastropoda	Molusca			N.P*	
Megalóptera	Corydalidae	6		6	6
Odonata	Coenagrionidae	7	7		
	Gomphidae	10			
	Libellulidae		6		6
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	9		9
	Leptohyphidae	7	7		7
	Baetidae	7	7		7
Díptera	Chironomidae	2	2	2	2
	Chironomidae (Pupa)	2	2	2	2
	Ceratopogonidae	3			
	Dixidae				7
	Empididae	4			
	Empididae (Pupa)		4		
	Psychodidae (Pupa)			7	7
	Simulidae	8		8	
	Tipulidae		3	3	3
	Tipulidae (Pupa)			3	
Trichóptera	Hydrobiosidae	9	9		
	Hydropsychidae	7	7	7	7
	Hydroptilidae		7		
	Glossomatidae			7	
	Philopotamidae			9	
Hemiptera	Corixidae				7
	Naucoridae	7	7	7	7
	Veliidae				8
TOTAL		100	89	73	117

*NP= No Aplica en el Índice BMWP/Col.

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 15.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En el gráfico 15, la calidad del agua de los puntos 1, 2 y 3 del muestreo se encuentran en la clase II, con una calidad aceptable lo que significa que el agua se encuentran ligeramente contaminada, estos resultados tienen relación con las actividades que se realizan aguas arriba del punto de muestreo, actividades como la ganadería y las descargas de agua de las piscinas del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik son el principal componente para que las comunidades de macroinvertebrados se vean alterados. El punto 4 se encuentra en la clase I, significando que el agua no se encuentra contaminada, al no existir comunidades cerca al punto muestreado, por ende, conserva una diversa vegetación contribuyen al buen estado del río.

Resultados del Índice ABI

Índice ABI (Índice Biótico Andino).

Las familias y el número de muestras recolectadas por cada punto de muestreo fueron de 2.610 macroinvertebrados con 31 familias del índice ABI recolectados en los 4 puntos de muestreo. (Ver Anexo 12).

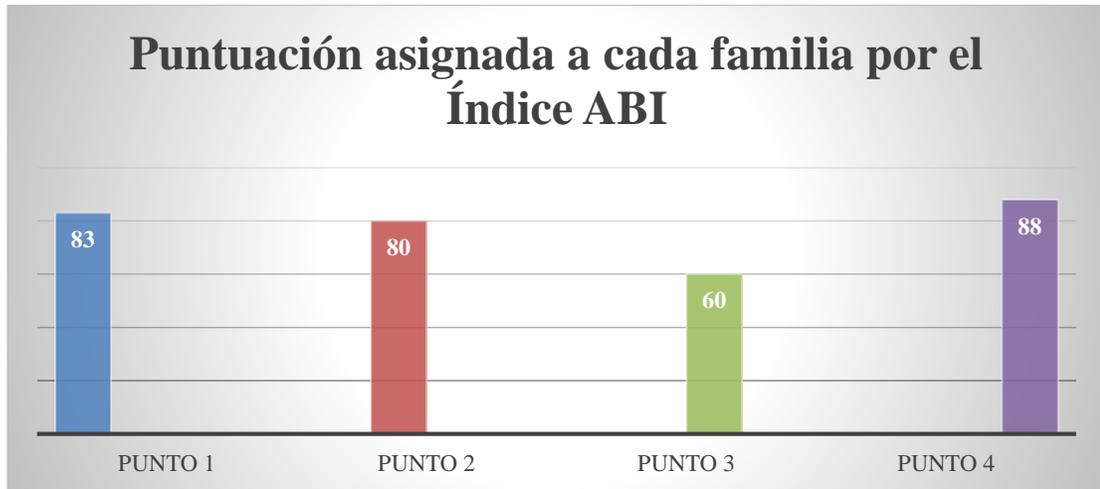
Tabla 14. Resultados de los 4 puntos muestreados con el índice ABI.

Orden	Familia	Puntuación asignada a cada familia por el índice ABI			
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Coleóptera	Elmidae (Larva)	5	5	5	5
	Elmidae (Adulto)	5	5	5	5
	Psephenidae				5
Plecóptera	Perlidae				10
Annelida	Hirudinea	3			
Gastropoda	Molusca			3	
Megalóptera	Corydalidae	N.P*		N.P*	N.P*
Odonata	Coenagrionidae	6	6		
	Gomphidae	8			
	Libellulidae		6		6
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10	10		10
	Leptohiphidae	7	7		7
	Baetidae	4	4		4
Díptera	Chironomidae	2	2	2	2
	Chironomidae (Pupa)	2	2	2	2
	Ceratopogonidae	4			
	Dixidae				4
	Empididae	4			
	Empididae (Pupa)		4		
	Psychodidae (Pupa)			3	3
	Simulidae	5		5	
	Tipulidae		5	5	5
	Tipulidae (Pupa)			5	
Trichóptera	Hydrobiosidae	8	8		
	Hydropsychidae	5	5	5	5
	Hydroptilidae		6		
	Glossomatidae			7	
	Philopotamidae			8	
Hemiptera	Corixidae				5
	Naucoridae	5	5	5	5
	Veliidae				5
TOTAL		83	80	60	88

*NP= No Aplica en el Índice ABI.

Elaborado por: Las autoras.

Gráfico 16.



Elaborado por: Las autoras.

Interpretación: En el gráfico 16, los macroinvertebrados se encuentran en el rango de 59–95 puntos, significa que el agua se encuentra ligeramente contaminada, estos resultados tienen relación con las actividades como la ganadería y las descargas de agua del Proyecto Piscícola cerca al punto de muestreo, estas actividades alteran la calidad del hábitat de los macroinvertebrados.

Resultados de los Análisis Físicoquímicos de los puntos muestreados.

El Proyecto Piscícola realizó los análisis físicoquímicos del agua a cargo del Ing. Patricio Espinoza, realizando dicho muestreo en 3 puntos de la investigación, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 15. Descripción de los puntos muestreados en los Análisis Físicoquímicos.

Nº de Punto	Código en el muestreo de Análisis Físicoquímicos	Código en el muestreo de Macroinvertebrados
Punto 1	Muestreo 3 Estero Pimpilala Descargas “M III E.PIN.D”	Estero Pimpilala Descargas “E.PIN.D”
Punto 2	Muestreo 1 Estero Pimpilala Reservorio “M I E.PIN.R”	Estero Pimpilala Aguas Arriba “E.PIN.AR”
Punto 3	Río Shitig muestreo 2 Descargas “R.SH M II D”	Río Shitig Descargas “R.SH.D”

Fuente: Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

Elaborado por: Las autoras.

Tabla 16. Análisis de aguas referente a 3 puntos del estudio. (Ver Anexos 6, 7 y 8)

Parámetros Analizados	Métodos	Unidades	Límites permisibles TULSMA	Resultados			Criterio de Resultados
				Punto 1	Punto 2	Punto 3	
Aluminio	311D	mg/l	5,0	0,30	<0,25	0,59	Cumple
Hierro	3111 B	mg/l	10,0	0,81	0,31	0,73	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5210 B	mg/l	100	<4,75	<4,75	<4,75	Cumple
Demanda Química de Oxígeno	5220 D	mg/l	200	<10,0	<10,0	<10,0	Cumple
Fosforo	4500-PB y 4500 PC	mg/l	10,0	<1,00	<1,00	<1,00	Cumple
Nitrógeno Amoniacal	4500-NH3F	mg/l	30,0	<0,25	<0,25	<0,25	Cumple
Potencial Hidrógeno	4500 H+A y 4500 H+B	UpH	6-9	6,31	6,56	6,76	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	2540 A y 2540 D	mg/l	130	12,0	<10,0	<10,0	Cumple
Sólidos Totales	2540 A y 2540 B	mg/l	1.600	38,0	46,0	34,0	Cumple
Temperatura	2550 B	°C	Condición natural +- 3	19,9	19,8	19,9	Cumple
Nitrógeno Total KJELDAHL	4500 NorgC	mg/l	50,0	<1,25	<1,25	<1,25	Cumple
Coliformes Fecales	9221B, E y F	NMP/100 ml	2.000	<1,8	33,0	4,0	Cumple

Fuente: Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

Elaborado por: Las autoras.

Todos los parámetros Fisicoquímicos muestreados del Agua realizados en 3 de los puntos de la investigación se encuentran en los límites permisibles de acuerdo al TULSMA, estos resultados son un complemento al muestreo realizado con macroinvertebrados corroborando que el agua utilizada en el Proyecto se encuentra ligeramente alterada pero que cumple con los parámetros establecido en las leyes del Ecuador, para ser reintegrada a las fuentes hídricas utilizadas.

6.3. Proponer un Plan de Manejo Ambiental modelo para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

6.3.1. Propuesta del Plan de Manejo Ambiental.

1. Tema.

Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

2. Introducción.

El Plan de Manejo Ambiental plantea posibles soluciones basadas en los problemas ambientales que se pudo observar en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, permitiéndonos aplicar medidas para prevenir, corregir y compensar las alteraciones de la calidad del hábitat encontradas en dicha investigación, mismas que son generadas por el funcionamiento del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

3. Justificación.

Las actividades que se realizan en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik generan impactos tanto positivos como negativos, de ahí parte la necesidad de subsanar los efectos negativos, por el cual el representante legal de dicho Proyecto plantea contar con un Plan de Manejo Ambiental (PMA), con el objetivo de reducir los impactos negativos generados en las fases de operación, producción y mantenimiento del mismo para obtener el respectivo permiso ambiental para aportar el desarrollo local, logrando con esto una armonía entre la naturaleza y el ser humano.

4. Objetivo.

Proponer medidas que permitan controlar, mitigar y prevenir los impactos negativos que se han identificado en la investigación, para el cual los programas propuestos para el manejo ambiental deben ser ejecutados por técnicos o instituciones competentes.

4. Alcance.

El Plan de Manejo Ambiental muestra una serie de medidas para recuperar o mejorar la calidad de las fuentes hídricas que intervienen al área de estudio, se pretende prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales generados por el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

5. Estructura del plan de manejo ambiental.

El Plan de Manejo Ambiental PMA propuesto para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik está compuesto de los siguientes planes específicos:

- Programa de prevención, control y mitigación ambiental.
- Programa de señalización.
- Programa de capacitación.
- Programa de manejo de desechos sólidos.
- Programa de contingencias.
- Programa de salud y seguridad ocupacional.
- Programa de monitoreo y seguimiento ambiental.
- Programa de cierre y abandono.

6.1. Programa de Prevención, Control y Mitigación Ambiental.

Nombre de la Medida		Tipo de Medida Prevención			
Controlar los recursos dentro del proyecto		Número de Medida 001			
Impacto a Controlar					
Contaminación del agua, suelo y aire					
Objetivo					
Controlar y mitigar la contaminación o alteración de la calidad de los recursos del Proyecto, fomentando su adecuado uso y la conservación de los mismos					
Procedimiento:					
En la siembra de peces para producción y comercialización de su carne, se encuentran una serie de entradas y salidas que forman parte del proceso.					
En la piscina de sedimentación tendrá un filtro para el tratamiento de aguas y el agua que resulte de la limpieza de las piscinas no se mezclará con el agua limpia.					
Se implementará pasto alemán en las piscinas de sedimentación para retener los sólidos en suspensión, contribuyendo a la sedimentación en un 60 %.					
Se neutralizará el pH alterado del sedimento, si el pH es menor a 6,5 se agrandará Cal, neutralizando su pH y si sobrepasa de 8,5 se neutralizará con fertilizantes ácidos para reutilizar como abono en siembra selectiva.					
En caso de utilizar dragas para la limpieza de las piscinas, estas contarán con el mantenimiento adecuado para laborar.					
De existir sobrepoblación por el mal cálculo de hormonas en la reproducción de peces, no se introducirá en los ríos, pasarán hacer el alimento del Pez Paiche cultivado en la Granja.					
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación			
Colocación de los lodos en las plantas porque favorece el crecimiento de la planta.		Fotografías			
Mantenimiento trimestral de las bombas draga.		Registro de lodos			
Registros de reproducción de la cría de peces.		Certificados del funcionamiento de las dragas otorgado por un mecánico especialista.			
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Piscinas de Sedimentación.	Pasto Alemán	Kg	2,5	15,00	15,00
Neutralización de pH	Cal	Kg	15	5,00	75,00
Fuentes emisoras de ruido	Alquiler de Bomba Draga	Semestral	2	100,00	200,00
Sub total					290,00
Imprevistos 5%					14,50
Total USD					304,50

Elaborado por: Las autoras.

5.2. Programa de Señalización.

Nombre de la Medida		Tipo de Medida			
Señalización del área de trabajo		Prevención			
		Número de Medida			
		002			
Impacto a Controlar					
Informar, prohibir y prevenir accidentes en el trabajo					
Objetivo					
Prevenir mediante señalética posibles riesgo que ponga en peligro la salud y el bienestar del trabajar.					
Procedimiento:					
En la señalización se utilizarán colores para cada uno de los aspectos que se quiera rotular, los rótulos tendrán forma rectangular. Los letreros serán ubicados en sitios estratégicos de tal forma que no se desprendan o se caigan por algún tipo de intervención.					
1.- Señalética Informativas: las señales informativas serán de forma cuadrada o rectangular, llevando un borde blanco en el perímetro, esta cubrirá por lo menos un 50% de la señal, el símbolo o a leyenda se inscribe de blanco y colocado en el centro de la señal, este se ubicará al ingreso del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.					
2.- Señalética Preventiva: las señales de prevención o advertencia serán ubicadas las piscinas. Además, se instalará letreros preventivos en el área que operen los trabajadores.					
3.- Señalética Obligatoria: las señales de obligación son de forma circular con fondo azul oscuro y un borde en color blanco, el color azul debe cubrir por lo menos el 50% del área de la señal sobre el fondo azul, en blanco, el símbolo que exprese la obligación de cumplir con ciertas normas que la Granja disponga.					
4.- Señalética de Prohibición: las señales de prohibición serán de forma rectangular de fondo blanco, círculo y barra inclinada de color rojo, colocado en el centro de la señal, así se evitará la presencia de personas particulares en el área de trabajo o actividades que pongan en peligro la integridad de los mismos.					
Indicadores de Cumplimiento				Medios de Verificación	
Número de rótulos colocadas o número de rótulos planificados				Fotografías Facturas	
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Colocación de rótulos	Rótulos Informativos	U	3	15,00	45,00
	Rótulos Preventivos	U	5	15,00	75,00
	Rótulos Obligatorios	U	5	15,00	75,00
	Rótulos Prohibición	U	5	15,00	75,00
Sub total			270,00		
Imprevistos 5%			13,50		
Total USD			283,50		

Elaborado por: Las autoras.

5.3. Programa de Capacitación.

Nombre de la Medida Programa de capacitación en educación ambiental, primeros auxilios y seguridad industrial.		Tipo de Medida Prevención y control		Número de Medida 003	
Impacto a Controlar					
Gestión ambiental y seguridad					
Objetivo					
Fortalecer el conocimiento y protección ambiental, seguridad industrial y salud ocupacional, mediante charlas de concientización a las personas involucradas al Proyecto.					
Procedimiento:					
El tiempo que perdure el Proyecto se desarrollarán las siguientes actividades:					
1.- Charlas de Concientización: estarán dirigidas a los habitantes que estén relacionados al proyecto, con temas relativos al proyecto y su vinculación con el ambiente, como:					
<ul style="list-style-type: none"> • Principales impactos ambientales de la Granja y sus medidas de mitigación. 					
2.- Uso y Manejo de Extintores: todo trabajador será instruido en el uso y manejo correcto de extintores, para responder eficazmente una eventualidad durante el trabajo.					
3.- Uso de los Equipos de Protección Personal: capacitación en el uso permanente del equipo de protección personal, a fin de evitar posibles daños a la integridad física y psicológica del trabajador, en el cumplimiento de sus actividades.					
4.- Educación Ambiental: Se capacitará a los trabajadores, para informar sobre la necesidad de mantener un ambiente natural libre de contaminación, en los siguientes temas:					
<ul style="list-style-type: none"> • El agua y la preservación de la misma. • Reforestación de microcuencas. • Manejo de desechos sólidos. 					
5.- Primeros Auxilios: Se realizarán talleres prácticos en atención inmediata a una persona enferma o lesionada antes que llegue el personal entrenado y se haga cargo de la situación.					
Indicadores de Cumplimiento			Medios de Verificación		
Manejo adecuado de los recursos naturales, utilización de los equipos de protección y participación en simulacros de primeros auxilios.			Fotografías Registro de Asistencia		
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Capacitación Talles	Técnicos	h	5	600,00	3.000,00
	Computadora	U	1	500,00	500,00
	Cámara	U	1	150,00	150,00
	Impresora	U	1	250,00	250,00
	Suministros de Oficina	U	Varios	300,00	300,00
Sub total			4.200,00		
Imprevistos 5%			210,00		
Total USD			4.410,00		

Elaborado por: Las autoras.

5.4. Programa de Manejo de Desechos Sólidos.

Nombre de la Medida		Tipo de Medida			
Manejo de desechos sólidos.		Prevención			
		Número de Medida			
		004			
Impacto a Controlar					
Contaminación del agua.					
Objetivo					
Procedimiento:					
Clasificar los residuos y almacenar temporalmente en contenedores sugeridos de acuerdo a la norma NTE INEN 2841:2014					
Almacenamiento temporal, los desechos serán depositados de manera separada en tachos de metal o plástico e identificados con los siguientes colores según dicha Norma.					
TIPO	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN DE RESIDUOS	RECIPIENTE A UTILIZAR		
Residuos Orgánicos	Desechos orgánicos aptos para compostaje o degradación biológica.	Desechos de comida, frutales y vegetales. Desechos de cultivos			
Residuos Inorgánicos	Desechos no contaminados e idóneo para el reciclaje o reutilización	Plásticos de polietileno Cartón y papel Vidrio y Metal			
Residuos Peligrosos	Materiales de uso peligroso por su alto contenido de contaminantes.	Textiles contaminados con hidrocarburos. Implementos de veterinaria o salud.			
La disposición final de los desechos generados en la Granja, serán entregados de la siguiente manera: Residuos Orgánicos, serán usados como abono para los cultivos en dicha Granja, Residuos Inorgánicos, serán entregados al botadero de basura al igual que los Residuos Peligrosos, en caso de existir restos de combustibles, aceites, etc. estos serán entregados a un Gestor Ambiental.					
Indicadores de Cumplimiento		Medios de Verificación			
Cantidad de desechos orgánicos, inorgánicos y peligrosos clasificados.		Fotografías Acta de entrega y recepción.			
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Limpieza de desechos sólidos	Tacho de basura	U	6	25,00	150,00
	Fundas de basura	U	100	0,25	25,00
Sub total					175,00
Imprevistos 5%					8,75
Total USD					183,75

Elaborado por: Las autoras.

5.5. Programa de Contingencia.

Nombre de la Medida Programa de contingencia, organización y adiestramiento que permita tener una respuesta rápida y eficaz ante cualquier situación que se presente.		Tipo de Medida Prevención y control			
		Número de Medida 005			
Impacto a Controlar					
Accidentes que pongan en riesgo la integridad física del personal.					
Objetivo					
Prevenir o mitigar los riesgos de trabajo, que pongan en peligro, la infraestructura, equipos y la integridad física del personal que labora en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.					
Procedimiento:					
1.- La elaboración del programa con sus respectivos procedimientos					
2.- La capacitación del personal					
3.- Los simulacros de ante riesgos laborales y desastres naturales					
4.- La elaboración del reglamento de seguridad interna					
5.- Recargas periódicas de extintores de incendio					
6.- La adquisición de insumos como:					
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de seguridad personal • Botiquín de primeros auxilios • Extintores de incendio 					
Indicadores de Cumplimiento				Medios de Verificación	
Guía y registros implementados				Fotografías	
Guía y registros planificados				Guías y registros	
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Implementos	Botiquín de primeros auxilios	U	1	50,00	50,00
	Extintor de incendios	U	1	100,00	100,00
	Suministros de Oficina	-	-	100,00	100,00
Capacitación	Técnico	h	1	600,00	600,00
Sub total					850,00
Imprevistos 5%					42,50
Total USD					892,50

Elaborado por: Las autoras.

5.6. Programa de Salud y Seguridad Ocupacional.

Nombre de la Medida Programa de salud ocupacional, Seguridad e Higiene ocupacional.		Tipo de Medida Prevención y control			
		Número de Medida 006			
Impacto a Controlar					
Accidentes que pongan en riesgo la integridad física del personal.					
Objetivo					
Implementar medidas de seguridad ocupacional e industrial necesarias en las actividades de la Granja y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal					
Procedimiento:					
El propietario tiene la obligación de adoptar medidas de seguridad ocupacional e industrial, necesarias en las actividades del Proyecto para una adecuada salud física y mental. Dentro de las políticas de seguridad se establecen las siguientes directrices: Gafas de protección: se dotará a los trabajadores gafas de protección industrial. Protección de cabeza: si existe riesgo de proyección violenta de objetos sobre la cabeza o de golpes, será obligatorio el uso de cascos de seguridad y será donado por el propietario. Protección de oídos: cuando el ruido haya sobrepasado los decibelios establecidos en el reglamento, se provisionará protección auditiva de tipo inserción o de campana exterior. Protección de manos: si existen riesgos por contacto con químicos, cortes, quemaduras, etc. se deberá usar guantes que permitan el movimiento normal de la zona protegida. Protección de pies: de existir riesgos de caídas, humedad o agresivos químicos, deslizamientos, etc. se obligará la utilización de calzado de seguridad adecuado. Ropas: los trabajadores deberán utilizar ropa de acuerdo con la naturaleza del riesgo o riesgos inherentes al trabajador que se efectúa y en tiempos de exposición al mismo. Como requerimiento mínimo para el cumplimiento de normas de seguridad, se requiere: El personal se someterá a exámenes médicos, con la finalidad de prevenir epidemias. Se implementará charlas y afiches informativos en higiene y comportamiento ocupacional.					
Indicadores de Cumplimiento Puesto en marcha Programa de seguridad.			Medios de Verificación Acta de entrega de equipos Fotografías Resultados de exámenes médicos.		
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Equipos de Seguridad	Equipos de Protección Personal "EPP"	Equipo Completo (EPP)	6	80,00	480,00
Sub total					480,00
Imprevistos 5%					24,00
Total USD					504,00

Elaborado por: Las autoras.

5.7. Programa de Monitoreo y Seguimiento Ambiental.

Nombre de la Medida Programa monitoreo y seguimiento ambiental.		Tipo de Medida Prevención y control			
		Número de Medida 007			
Impacto a Controlar					
Evitar la contaminación al medio ambiente y riesgos					
Objetivo					
Establecer los mecanismos de control para que se lleve a cabo el plan de manejo ambiental y sus programas establecidos, realizando un seguimiento de la gestión ambiental y cumplimiento del PMA.					
El cumplimiento del plan de monitoreo y seguimiento dependerá del involucramiento y liderazgo de las autoridades, área administrativa y operadores del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.					
<ul style="list-style-type: none"> • Mantener registros de todas las actividades contempladas en el Plan de Manejo Ambiental. • Realizar análisis fisicoquímicos del agua y sedimentos conforme establece las leyes del Ecuador. • Realizar semestralmente el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos. 					
Indicadores de Cumplimiento			Medios de Verificación		
Cumplirla legislación.			Fotografías		
Número de muestras tomadas en agua y sedimento.			Resultados de laboratorio acreditado por el MAE		
Responsable					
Propietario del Proyecto					
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.					
Detalle del Requerimiento	Equipos/Materiales	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor total USD
Análisis Fisicoquímicos	Agua	U	4	150,00	600,00
	Sedimento	U	4	180,00	720,00
Monitoreo de Macroinvertebrados	Pinzas entomológicas	U	2	6,50	13,00
	Estereoscopio	U	2	500,00	1.000,00
	Red en D	U	1	15,00	15,00
	Tubos Eppendorf	U	1.000	0,15	150,00
	Alcohol al 96%	L	10	30,00	300,00
	Bandeja de plástico	U	2	1,50	3,00
	Frascos de plásticos	U	5	1,00	5,00
Sub total			2.806,00		
Imprevistos 5%			140,30		
Total USD			2.946,30		

Elaborado por: Las autoras.

5.8. Programa de Cierre y Abandono.

Nombre de la Medida Programa de Cierre y Abandono	Tipo de Medida Prevención y Recuperación
	Número de Medida 008
Impacto a Controlar	
Evitar la contaminación al medio ambiente mediante la rehabilitación de las áreas utilizadas.	
Objetivo	
Restaurar las zonas intervenidas como consecuencia de la operación de la granja. Evitar la producción de algún tipo de residuo que afecte a la población.	
Realizar una disposición adecuada de los desperdicios y escombros que resulten del cierre del proyecto dentro de la misma granja. De existir desechos peligrosos tanto líquidos como sólidos serán entregados a un gestor calificado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador. Rehabilitación de las áreas afectadas de tal manera que quede una morfología parecida a la inicial	
Indicadores de Cumplimiento Área del proyecto libre de desechos sólidos y líquidos, piscinas rellenadas.	Medios de Verificación Fotografías
Responsable	
Propietario del Proyecto	
Costo para la implementación de señalética en el área de trabajo.	
Al encontrarse en funcionamiento y no saber la magnitud de la morfología inicial modificada no se puede estimar un presupuesto.	

Elaborado por: Las autoras.

Cronograma de actividades para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

A continuación, se detalla el cronograma para 12 meses, el cual se debe cumplir hasta la realización del programa de cierre y abandono de la Granja, para una buena gestión del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Tabla 17. Cronograma de actividades para el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES												
ACTIVIDAD	MESES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Operación.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Gestión de residuos.			x			x			x			x
Limpieza de Lodos.	x				x				x			x
Capacitaciones.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Manejo de EPP's.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Monitoreo de Agua.	x							x				
Monitoreo de Suelo.	x							x				

Elaborado por: Las autoras.

Tabla 18. Cronograma valorado del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

CRONOGRAMA VALORADO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL													
PLANES	MESES												PRESUPUESTO (USD)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Plan de Prevención, Control y Mitigación Ambiental.			x			x			x			x	305,00
Plan de Señalización.	x												283,50
Plan de Capacitación.	x							x					4.410,00
Plan de Manejo de Desechos Sólidos.	x			x			x			x			183,75
Plan de Contingencia.	x							x					895,50
Plan de Salud y Seguridad Ocupacional.	x							x					504,00
Plan de Monitoreo y Seguimiento.	x												2.946,30
Plan de Cierre y Abandono.													4.000,00
TOTAL													13.528,05

Elaborado por: Las autoras.

G. DISCUSIÓN

7.1. Levantar una línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el Proyecto Piscícola Río Shitik.

Para ejecutar un proyecto lo primero que se debe realizar es el levantamiento de la línea base, al realizar esto, se procede a la creación de una matriz para la caracterización física y la calidad del agua, una evaluación rápida y confiable sobre el estado y la calidad ecológica de los ríos, los resultados obtenidos de la matriz servirán para reflejar las causas que alteran la calidad del agua permitiendo la creación de una base de datos para comparar en estudios posteriores.

El curso de agua de una cuenca hidrográfica lleva consigo materiales de erosión de la cuenca y recursos bióticos necesarios para el funcionamiento de los sistemas como ser gases disueltos, sales minerales y productos orgánicos de la parte biótica del ecosistema (Eugène , 2000). Los bosques de ribera llevan a cabo una gran cantidad de funciones básicas en el ecosistema fluvial entre la que cabe destacar la estabilización de los márgenes; la retención de sedimentos y, con ello, la reducción del poder erosivo del río; la creación de hábitats y refugio para todo tipo de especies animales, incluidos macroinvertebrados; y la retención de nutrientes y contaminantes antes de que entren en el cauce. Además, proporcionan alimento y sombra al río, favoreciendo la aparición de nuevos microhábitats e impidiendo la proliferación excesiva de algas. Por todo ello, cualquier alteración de los bosques de ribera provocará una alteración clara de la comunidad de macroinvertebrados (Ladrera Fernández, 2012).

La calidad ecológica de los ríos que intervienen al Proyecto Piscícola Granja Río Shitik se encuentran moderadamente alterados por las actividades humanas, el punto 2 es el más intervenido por el hombre, debido a que su hábitat inicial se ha visto reemplazada por potreros, la existencia de potreros provoca la eliminación del

bosque de ribera incrementando la insolación del cauce, lo que origina un desarrollo excesivo de algas con todo ello, la diversidad o disminución de la diversidad de macroinvertebrados y el empobrecimiento del ecosistema.

El punto 4 es el más alejado al Proyecto y se encuentra en excelentes condiciones de su hábitat inicial, la escasa población a los alrededores del Proyecto contribuye a que el hábitat del lugar se encuentre bien conservado, con buen desarrollo del bosque de ribera y gran diversidad de hábitats, con diferentes profundidades, regímenes de velocidad, tipos de sustrato, vegetación en el cauce o raíces expuestas, lo cual permite el desarrollo de una gran diversidad de organismos.

Se utilizó la matriz de la Universidad Regional Amazónica IKIAM la misma que está basada en la Evaluación de la Calidad Ecológica del protocolo CERA-S por Andrea Encalada, María Rieradevall, Blanca Ríos-Touma, Natalia García y Narcís Prat (2001), adaptado y modificado para el hábitat de la investigación. Las características del hábitat a muestrear en el Proyecto de Monitoreo participativo del Estado de los Recursos Hídricos por la Universidad Regional Amazónica IKIAM, son similares al hábitat de estudio lo que facilitó en la recolección de datos para diagnosticar la calidad hidromorfológica de las fuentes hídricas que intervienen al Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

7.2. Determinar la calidad de agua mediante la identificación de macroinvertebrados acuáticos en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

La utilización de bioindicadores se basa en el análisis de la alteración de la comunidad de organismos que habitan los ecosistemas fluviales frente a una perturbación determinada. Dichos indicadores gozan de un creciente interés y utilización debido a que son capaces de integrar los cambios que ha sufrido el ecosistema a lo largo de la vida del organismo. Este hecho contrasta con los

indicadores de calidad fisicoquímicos, puesto que la información que aportan estos últimos sólo es representativa de las condiciones momentáneas del agua. Asimismo, los indicadores biológicos son capaces de informar de perturbaciones más allá de la propia contaminación del agua, como puede ser la alteración física del cauce y de la ribera (Ladrera Fernández, 2012).

Uno de los grupos más ampliamente utilizados y establecido por la propia DMA (Directiva Marco del Agua del parlamento Europeo), como un tipo de indicadores a utilizar son los macroinvertebrados acuáticos. Esto se debe a varias razones como su elevada diversidad; son relativamente fáciles de muestrear, presentan diferentes taxones con requerimientos ecológicos diferentes; los protocolos de muestreo y elaboración de índices están bien estandarizados; y poseen un tiempo de vida relativamente largo, que permite integrar los efectos de la contaminación en el tiempo (Ladrera Fernández, 2012).

(Carrera Reyes & Fierro Peralbo, 2001) manifiesta que los macroinvertebrados proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo, pueden entenderse claramente el estado en que se encuentra el río de estudio. El agua del estero Pimpila Aguas Arriba al Proyecto Piscícola y el agua de Descargas del Proyecto 2; el río Shitig Aguas Arriba del Proyecto y el de las Descargas del Proyecto 1, se encuentran ligeramente contaminadas, de acuerdo a los índices BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party Colombia), planteados por Roldán Pérez (2008) y el ABI (Índice Biótico Andino) planteado por Andrea Encalada, María Rieradevall, Blanca Ríos-Touma, Natalia García y Narcís Prat (2001). Estos índices permitieron determinar el estado ecológico mediante la evolución con macroinvertebrados.

Se eligió la puntuación ABI debido que las características de los ríos que fueron investigados, son similares a los ríos del estudio y se utilizó el BMWP/Col por las mismas características similares de los ríos, aparte son métodos bastantes

completos y que no involucra de mucho tiempo y dinero, existen más estudios, pero son más costosos, tienen un largo procedimiento y requieren de más equipos.

7.3. Proponer un Plan de Manejo Ambiental para el área de estudio.

Con los resultados obtenidos en la recolección de macroinvertebrados se diseñó el Plan de Manejo Ambiental según el Acuerdo Ministerial 006 (2014) y según el Libro VI del TULSMA, con el fin de establecer soluciones precisas, y en orden cronológico las acciones que se requieren conservar, proteger, recuperar, restaurar y mitigar todos los impactos negativos generados en el Proyecto Piscícola. El plan consta de varios programas, que permitan la recuperación de la calidad de agua del Río Shitig y Estero Pimpilala los cuáles son: Programa de prevención, control y mitigación ambiental; Programa de señalización; Programa de capacitación; Programa de manejo de desechos sólidos; Programa de contingencias; Programa de salud y seguridad ocupacional; Programa de monitoreo y seguimiento ambiental; y Programa de cierre y abandono.

H. CONCLUSIONES

- Mediante la aplicación de la Matriz de Recolección de datos de caracterización Física y Calidad del Agua, aplicada en los 4 puntos muestreados en el Río Shitig y Estero Pimpilala obteniendo como resultado que el Punto 1, 2 y 3 presentan valores entre 56-80 con calidad hidromorfológica buena, mientras que el Punto 4 presenta 98 puntos, lo que quiere decir que su calidad hidromorfológica es excelente, esto se deba a que no existe comunidades o actividades humanas cerca a dicho punto.
- En el área de estudio, se colectaron 2.610 individuos, distribuidos en 10 órdenes y 27 familias, siendo el orden más representativo es Trichóptera con 1.301 individuos, seguido de Díptera con 865 individuos, Coleóptera con 224 individuos y Ephemeroptera con 143 individuos. Los órdenes que representan una menor abundancia fueron Annelida, Mollusca, Megalóptera y Plecóptera.
- De acuerdo al índice de BMWP (Biological Monitoring Working Party) el Estero Pimpilala Aguas Arriba y Descargas de los dos afluentes presentan valores de 61-100 perteneciendo a la clase II, calidad aceptable lo que significa que el agua se encuentra ligeramente contaminada, mientras que el punto 4 Río Shitig Aguas Arriba pertenece a la clase I con aguas muy limpias.
- Según el Índice ABI (Índice Biótico Andino) el Estero Pimpilala Aguas Arriba al Proyecto y el de las Descargas, también el Río Shitig Aguas Arriba al Proyecto y el de las Descargas presentando valores de 59-95 con calidad buena lo que significa que el agua se encuentra ligeramente contaminada.

- Se concluyó que el índice BMWP y ABI en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, presenta casi los mismos resultados en referencia al muestreo del Río Shitig y Estero Pimpilala, los dos índices indican que los puntos 1, 2 y 3 presentan aguas ligeramente contaminadas por lo que existe moderada contaminación antrópica, solo en el punto 4 hay una variación de puntaje, en los resultados del BMWP/Col indica que el punto 4 presenta aguas muy limpias mientras que el resultado del ABI es de agua ligeramente contaminada, esto se debe a que el BMWP considera a ciertas familias de macroinvertebrados como sensibles por ende da valores más altos, mientras que el ABI considera a ciertas familias más resistentes a los cambios de la calidad del agua dando valores más bajos, además los resultados físicos químicos realizados por la Granja Piscícola complementa la investigación aseverando los resultados obtenidos por el monitoreo de macroinvertebrados acuáticos.
- El Plan de Manejo Ambiental propuesto está diseñado para implementar medidas correctivas con el fin de proteger, recuperar y restaurar los entornos presentes en el área de influencia del Río Shitig y Estero Pimpilala con la finalidad de recuperar sus condiciones naturales y mejorar la calidad de sus aguas.

I. RECOMENDACIONES

- Promover el uso metodológico del índice IBMWP/Col y el índice ABI en los ríos de la provincia, para generar una base de datos del levantamiento de la calidad hidromorfológica de los ríos y el registro de orden y familias de macroinvertebrados de la región con el fin de ir fortaleciendo este tipo de investigaciones y crear una base de datos, para fines investigativos y educativos
- Ampliar las zonas de evaluación en las microcuencas del estudio, así como realizar periódicamente muestreos de macroinvertebrados, acompañados de análisis físicos y químicos de los caudales procesados, de esta forma obtener resultados de alta confiabilidad.
- Evaluar la calidad técnica, económica y biológica de la remediación de efluentes con plantas acuáticas.
- Utilizar la matriz, métodos utilizados en el monitoreo presentados en el Proyecto como instrumento para la ejecución de las medidas y mejoras en los procesos del Proyecto Piscícola.
- Tener en cuenta el uso de tecnologías limpias en el Proyecto Piscícola Granja Río Shitik, de este modo se obtienen productos de calidad de forma sostenible.
- Cumplir con el Plan de Manejo Ambiental emitido en el presente estudio debido a que ayudará de una manera significativa a mejorar los procesos de producción y por ende contribuir al de manejo adecuado de los recursos naturales.

J. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, R., Rieradevall, M., Prat, N., & Ríos, B. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los Ríos Andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Diposit digital de docmunets de la UAB*, 35-64.
- Adaptación Rengifo S., C. (s.f.). *DOCPLAYER*. Obtenido de DOCPLAYER: <http://docplayer.es/24240749-Guia-principales-ordenes-de-macroinvertebrados.html>
- Agua Ecuador. (4 de junio de 2012). *Agua Ecuador*. Obtenido de Agua Ecuador: <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/06/biodindicadores-acuaticos-de-la-calidad.html>
- APHA-AWWA-WPCF. (1992). *Metodos normalizados para el analisis de aguas potables y residuales*. Ediciones Diaz de Santos.
- Carrera Reyes, C., & Fierro Peralbo, K. (2001). *Manual de Monitoreo: Los Macroinvertebrados Acuaticos como Indicadores de la calidad del agua*. Quito: Ecociencia.
- Celi, J., Guerra, N., & Rodes, M. (2018). *Guía de Evaluación del Estado de los Ríos*. Tena.
- Echeverry, J. M., & Londoño Cedano, L. M. (9 de Febrero de 2011). *ilbca*. Obtenido de <https://ilbca.wordpress.com/bioindicadores/>
- Ecuador Ambiental. (2011). *Plan de Manejo Ambiental: Ecuador Ambiental*. Recuperado el 19 de 06 de 2015, de Ecuador Ambiental: <http://www.ecuadorambiental.com/consultores-ecuador.php?p=6>
- Encalada, A. C., Rieradevall, M., Ríos Touma, B., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos*

andinos (CERA-S). Quito: Universidad San Francisco de Quito, FONAG, AECID, UB.

Estadística, D. A. (julio de 2004). <http://www.metropol.gov.com>. Obtenido de http://www.metropol.gov.co/observatorio/Expedientes%20Municipales/Documentos%20tecnicos/Aspectos_Metodologicos_Indicadores_Linea_Base.pdf

Eugène , A. (2000). *Écologie des eaux courantes* . París: Librairie Tec & Doc.

Facultad de Ciencias Químicas Universidad Autónoma de Chihuahua. (s.f). Obtenido de <http://www.oocities.org/edrochac/sanitaria/parametros1.pdf>

Fernandez , A., & Panza, V. (2010). H2O Elixir de vida. *Elementalwatson "la" revista*, 28.

GAD Municipal de Tena. (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE TENA 2014-2019*. Tena .

Geissler, G., & Arroyo, M. (2011). *El AGUA como un Recurso Natural Renovable*. Mexico: TRILLAS.

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena . (2014). *PDOT (Plan de Desarrollo y ordenameinto Territorial)*. Tena .

Gunther , G., & Arrollo, M. (2011). *El Agua como Recurso Natural Renovable*. México: Trillas.

Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2017). Introduccion a Los Grupos de Macrovertebrados Acuaticos. . *Revista de Biología Tropical*, 7.

Hernandez, E. (2010). Importancia del Agua para los seres vivos. *Elementalwatson "la" revista*, 9.

Ladrera Fernández, R. (2012). Los macroinvertebrados acuáticos como indicadores del estado ecológico de los ríos. *Dialnet*, 28.

- Mafla Herrera, M. (2005). *Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica*. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE.
- Oscos Escudero, J. (2009). *Guía de campo Macroinvertebrados de la Cuenca del Ebro*. España: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Payeras, A. (2011). *Bonsai Menorca*. Obtenido de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>
- Peinado Lorca, M. (1997). *Avances en Evaluación de Impacto Ambiental y Ecoauditoria*. España: TROTTA.
- Reyes Morales, F. (2012). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la cuenca del lago de Atilán*. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Roldán Pérez, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad del agua. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 379.
- Roldán Pérez, G. (2003). *Biondicación de la calidad del agua en Colombia*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Roldán Pérez, G. (2003). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de Antioquia*. Colombia: Universidad Antioquia.
- Rosenberg, D., & Resh, V. (1993). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman & Hall.

K. ANEXOS

Anexo 1. Oficio dirigido al Propietario del Proyecto Piscícola Granja Río Shitik.

Tena, 19 de Enero del 2018

Ing.

Gilmar Gutiérrez

PROPIETARIO DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK

Cuidad. -

De mi consideración;

Por medio del presente reciba un atento saludo, me dirijo a usted augurándole éxitos en su vida personal, así como en sus actuales funciones.

Somos estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Tena y nos encontramos en el proceso de titulación en la carrera de Medición y Monitoreo Ambiental con el tema: **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCÍCOLA GRANJA RÍO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.** Solicitamos comedidamente su autorización para realizar el levantamiento de la línea base de las fuentes hídricas que intervienen en el proyecto y de la toma de muestras de macroinvertebrados, con el fin de conocer el índice de calidad del agua y proceder con nuestra investigación.

Por la favorable atención y gestión que brinde al presente, anticipo mi más sincero agradecimiento.

Atentamente:



Srta. Ana M. Caluña L.

Estudiante del I.T.S.T



Srta. Johanna N. Jaramillo L.

Estudiante del I.T.S.T



Recibido 10.38am

Anexo 2. Oficio de autorización para realizar el tema de investigación.

Tena, 23 de enero del 2018

Señores

ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO

SUPERIOR TENA

Tena.-

De mi consideración:

Dando curso a su oficio recibido en días pasados, mediante la presente autorizo realizar la EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL PROYECTO PISCICOLA GRANJA RIO SHITIK, MEDIANTE LA IDENTIFICACION DE MACROINVERTEBRADOS ACUATICOS, PARA PROPONER UN PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

Sin más por el momento, quedo de ustedes.

Atentamente,



GILMAR GUTIERREZ BORBUA

GRANJA RIO SHITIK

Anexo 3. Matriz realizada en los puntos de muestreos.

Nombre del Río	Altura
Punto #	X: Y:
Localización	Fecha
Responsables	Hora

En este tramo se observan y valoran del 0 al 5, de acuerdo a la siguiente tabla

Excelente (5) Muy bueno (4) Moderado (3) Regular (2) Malo (1) Pésimo (0)

Si el valor esta entre 0 y 15 la calidad hidromorfológica del río será Pésima

Si el valor esta entre 16 y 35 será Mala

Entre 36 y 55 será Moderada

Entre 56 y 80 será Buena

Valores mayores a 81 denotan calidad Excelente

TIEMPO ATMOSFÉRICO	Ahora	Ultimas 24h	Ha llovido intensamente en los últimos 7 días.	
	<input type="checkbox"/> Tormenta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No
	<input type="checkbox"/> Lluvia	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> Llovizna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Temperat	
	<input type="checkbox"/> Nubosidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> a del Aire	
	<input type="checkbox"/> Soleado	<input type="checkbox"/>		
CARACTERÍSTICAS DEL TRAMO DE MUESTREO	Paisaje Predominante		Evidencia local de Contaminación	
	<input type="checkbox"/> Bosq. Primario	<input type="checkbox"/> Bosq. Secundario	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No Evidencia
	<input type="checkbox"/> Turismo	<input type="checkbox"/> Tierras Agrícolas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Fuentes Pontenciales
	<input type="checkbox"/> Potreros	<input type="checkbox"/> Otros:		
CARACTERIZACIÓN DE LA CORRIENTE DE AGUA	Subsistema			
	<input type="checkbox"/> Perenne/permanente	<input type="checkbox"/> Intermitente/estacional		
	Origen			
	<input type="checkbox"/> Glaciar	<input type="checkbox"/> Pantano		
	<input type="checkbox"/> Río			
	<input type="checkbox"/> Ojo de Agua			
VEGETACIÓN RIPARIA	Parte dominante de la Vegetación			
	Izq <input type="checkbox"/> Arbórea	<input type="checkbox"/> Arbustiva	<input type="checkbox"/> Herbácea	<input type="checkbox"/> Construcciones
	Dch <input type="checkbox"/> Arbórea	<input type="checkbox"/> Arbustiva	<input type="checkbox"/> Herbácea	<input type="checkbox"/> Construcciones
	Grado de perturbación de la vegetación (% de perturbación/deforestación)			
Izq <input type="checkbox"/> >90%	<input type="checkbox"/> 70-90%	<input type="checkbox"/> 50-70%	<input type="checkbox"/> 30-50%	<input type="checkbox"/> <30%
Dch <input type="checkbox"/> >90%	<input type="checkbox"/> 70-90%	<input type="checkbox"/> 50-70%	<input type="checkbox"/> 30-50%	<input type="checkbox"/> <30%
CALIDAD DEL AGUA	Temperatura	Restos de Combustibles o Aceites		
	Conductividad	Si <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
	pH			
	Olor		Presencia de Desechos Solidos	
	<input type="checkbox"/> Inoloro	<input type="checkbox"/> Alcantarilla	<input type="checkbox"/> Ausente	<input type="checkbox"/> Leve
<input type="checkbox"/> Pescado	<input type="checkbox"/> Otros:	<input type="checkbox"/> Grave	<input type="checkbox"/> Moderado	

FORMACION FISICA DE LA CORRIENTE	Longitud total del Tramo
	Proporción (superficie) de tipos Morfológicos del Tramo (Si están las 3 opciones se sumará 1 punto extra al final) <input type="checkbox"/> Rápidos <input type="checkbox"/> Corriente <input type="checkbox"/> Poza <input type="checkbox"/>
	Estabilidad del banco (Áreas Erosionadas)
	Izq <input type="checkbox"/> Inestable <input type="checkbox"/> Baja Estabilidad <input type="checkbox"/> Mod.Estable <input type="checkbox"/> Estable Dch <input type="checkbox"/> Inestable <input type="checkbox"/> Baja Estabilidad <input type="checkbox"/> Mod.Estable <input type="checkbox"/> Estable
	Diversidad de Hábitat (Si están las 4 opciones se sumará 1 punto extra al final) <input type="checkbox"/> Zonas profundas y rápidas <input type="checkbox"/> Zonas someras y rápidas <input type="checkbox"/> Zonas profundas y lentas <input type="checkbox"/> Zonas someras y lentas
Estabilidad del hábitat (sustrato para Epifauna, superficie emergida dentro del río) <input type="checkbox"/> >70% <input type="checkbox"/> 50-70% <input type="checkbox"/> 30-50% <input type="checkbox"/> 10-30% <input type="checkbox"/> <10%	
Alteración del Cause: canalización	
<input type="checkbox"/> Nada <input type="checkbox"/> 0-25% <input type="checkbox"/> 25-75% <input type="checkbox"/> 75-100% <input type="checkbox"/> 100%	
Alteración del Cause: dragado	
<input type="checkbox"/> Nada <input type="checkbox"/> 0-25% <input type="checkbox"/> 25-75% <input type="checkbox"/> 75-100% <input type="checkbox"/> 100%	
SEDIMENTOS SUSTRATOS	Olor <input type="checkbox"/> Inoloro <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Putrefacto <input type="checkbox"/> Otros
	Restos de Combustibles o Aceites <input type="checkbox"/> Ausentes <input type="checkbox"/> Leve <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Grave
	Componentes Orgánicos del Sustrato <input type="checkbox"/> Detritus <input type="checkbox"/> Suciedad-fango <input type="checkbox"/> Marga (rocas sedimentarias)
ORGANISMOS ACUÁTICOS	Código de la muestra de macroinvertebrados acuáticos
	Proporción de riqueza de Vegetación Acuática <input type="checkbox"/> Mucho <input type="checkbox"/> Moderado <input type="checkbox"/> Poco <input type="checkbox"/> Ausente

Finalmente, sumaremos el total de cada apartado en un solo valor y lo compararemos con la siguiente escala:

	PUNTUACIÓN
A TIEMPO ATMOSFERICO	
B CARACTERISTICAS DEL TRAMO DE MUESTREO	
C CARACTERIZACION DE LA CORRIENTE DE AGUA	
D VEGETACION RIPARIA	
E CALIDAD DEL AGUA	
F FORMACION FISICA DE LA CORRIENTE	
G SEDIMENTOS SUSTRATOS	
H ORGANISMOS ACUATICOS	
SUMA	

Anexo 4. Certificado de la Matriz de Recolección de Datos de la Característica Física y Calidad del Agua.



En calidad de VICERRECTOR ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM.

CERTIFICO:

Que las señoritas **Ana María Caluña Lumisaca**, con cédula de identidad 1500859689 y **Johanna Nataly Jaramillo Lalama** con cédula de identidad 2200512305, estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Tena, en ejecución a su Proyecto de Titulación realizaron el respectivo levantamiento de información de la calidad hidromorfológica en base a la Matriz de Recolección de Datos de Caracterización Física y Calidad del Agua elaborada por el equipo de investigación del Proyecto Monitoreo Participativo del Estado de los Recursos Hídricos de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, desde el 6 de abril hasta el 1 de mayo del 2018.

Tena 31 de Julio del 2018




PhD. Jorge Celi

VICERRECTOR ACADÉMICO UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM

jorge.celi@ikiam.edu.ec

Anexo 5. Certificado de la Identificación de Macroinvertebrados Acuáticos.

Foto 1.

Tena, 31 de julio de 2018

CERTIFICACIÓN

Yo, Estefanía Nataly Quiroz Carrón con cédula de identidad N° 0604624981, en mi calidad de MSc. en Sistemas de Información Geográfica certifico que:

Las señoritas, Ana María Calaña Lumisaca con cedula de identidad N°1500859689 y Johanna Nataly Jaramillo Lalama con cedula de identidad N° 2200513305, estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Tena en ejecución de su proyecto de Titulación, realizaron la respectiva limpieza, identificación y clasificación de macroinvertebrados acuáticos bajo mi supervisión en el laboratorio de Biología de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, desde el 2 de mayo hasta el 25 de mayo del 2018. Particular que doy a conocer para los fines pertinentes.

Atentamente,



MSc. ESTEFANIA NATALY QUIROZ
C.C. 0604624981

Certificado de Macroinvertebrados Acuáticos por parte de la MSc. Estefanía Quiroz.

Foto 2.

En calidad de VICERRECTOR ACADÉMICO DE LA UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM.

CERTIFICO:

Que las señoritas **Ana María Caluña Lumisaca**, con cédula de identidad 1500859689 y **Johanna Nataly Jaramillo Lalama**, con cédula de identidad 2200512305, estudiantes del Instituto Tecnológico Superior Tena, en ejecución a su Proyecto de Titulación realizaron la respectiva identificación y clasificación de macroinvertebrados acuáticos bajo mi supervisión en el laboratorio de Biología de la Universidad Regional Amazónica IKIAM, desde el 2 de mayo hasta el 25 de mayo del 2018.

Tena 31 de Julio del 2018


VICERRECTORADO ACADÉMICO

Ph.D. Jorge Celi
VICERRECTOR ACADÉMICO UNIVERSIDAD REGIONAL AMAZÓNICA IKIAM
jorgc.celi@ikiam.edu.ec

Anexo 6. Resultados de los Análisis Fisicoquímicos del Punto 1.



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oca-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +593 2341 4080

PROTOCOLO N°: 607380/2017-1.0	01 de
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: DOCTOR GILMAR GUTIERREZ
DIRECCIÓN EN ATENCIÓN A: INGENIERO PATRICIO ESPINOZA
NOMBRE DEL PROYECTO: FISCICOLA GRANJA SHITAKI MONITOREO DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: ISMA / NAPO
MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: NOVIEMBRE 27 DEL 2017 / 08:45 / Nº CARTONA DE CUSTODIA: 001754
LUGAR DE ANÁLISIS: CORPLAEEC S.A. / QUITO / RIGOBERTO HEREDIA OCA 157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS: NOVIEMBRE 27 AL 13 DE DICIEMBRE DEL 2017
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 13 DE DICIEMBRE DEL 2017

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MUESTRA		AGUA				
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
56815-1	MFI CHND	Agua	20110017	11:30	No reportado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de ensayos ALS acreditado por el EPA con Acreditación N° DML-LE-2015-005.
 Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del EPA.
 EPA - Environmental Protection Agency
 EPA - Environmental Protection Agency
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 *Sin condiciones de muestreo Control de Calidad según los Procedimientos Corresponsables establecidos por ALS; estas actividades en los resultados no se describen en el presente informe.
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.
 Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.



[Firma]
 Guimón Miguel Malara
 Gerente Técnico A. S.



PROTOCOLO N°: 507380/2017-1.0	RL-42
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revista 10
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	ISO15189	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				M E EPMO		
ALUMINIO	EPA 3310 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 D	PA - 37.00	mg/l	0.32	5.0	CUMPLE
HERRO	EPA 3310 A, Rev. 01, 1992 Standard Methods Ed. 22, 2012, 3111 B	PA - 33.00	mg/l	0.21	12.0	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2510 A y 2510 B	PA - 20.00	µS/cm	<22.0	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B	PA - 42.00	mg/l	<4.75	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 D	PA - 21.00	mg/l	<10.0	200	CUMPLE
FOSFORO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-P e y 4500-P O	PA - 42.00	mg/l	<1.00	12.0	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/l	<1.00	NO APLICA	NO APLICA
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₂ -E	PA - 15.00	mg/l	<0.040	NO APLICA	NO APLICA
NITRÓGENO AMONÍACAL	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NH ₃ -P	PA - 32.00	mg/l	<0.25	12.0	CUMPLE
OXÍGENO DISUELTOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-O	POB - 27.00	mg/l	0.21	NO APLICA	NO APLICA
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H e y 4500-H-1	PA - 05.00	U pH	0.21	6-9	CUMPLE
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 F	PA - 42.00	mg/l	<2.5	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 D	PA - 12.00	mg/l	12.0	100	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	28.0	100	CUMPLE
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2573 B	PA - 47.00	°C	13.0	Condición ambiental	CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KjELDAHL	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-N _{TOT} -C	PA - 12.00	mg/l	<1.25	20.0	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 E, E y F	PA - 65.00	MPN/100ml	<1.0	2000	CUMPLE



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información en este informe es válida a continuación según FOLIO de alcance de acreditación del SAS.
 15 Avenida Montañas N° 027A, TULSAH, Loto W, Anexo 1, barrio de La Olla anterior y de descarga de aguas al río Santo Aguirre. Talla 2: Límite de descarga a la receptoría de agua dulce.
 16 Criterio de cumplimiento

Anexo 7. Resultados de los Análisis Físicoquímicos del Punto 2.



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia 066 157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 507371/2017-1.0	EU-09
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revision 10
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE:	DOCTOR SILMAR GUTIERREZ
DIRECCIÓN DE ATENCIÓN A:	INGENIERO PATRICIO ESPINOZA
NOMBRE DEL PROYECTO:	PELICOLA GRANJA SITTEN / MONITOREO DE AGUA
DIRECCIÓN DEL PROYECTO:	TEMA UNAPO
MUESTREO REALIZADO POR:	EL CLIENTE
PROCEDIMIENTO MUESTREO:	NO REPORTADO POR EL CLIENTE
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS:	NOVIEMBRE 27 DEL 2017 15:45 H. M. CADENA DE CUSTODIA 0017754
LUGAR DE ANÁLISIS:	CORRIANTE S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA 066-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS:	NOVIEMBRE 27 AL 15 DE DICIEMBRE DEL 2017
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	11 DE DICIEMBRE DEL 2017

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ		AGUA				
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
551A1	ME PER	Agua	26/11/2017	15:30	No se realizó por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación N° OAE LE 20 05 003.
 Los ítems marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
 SM - Standard Methods
 EPA - Environmental Protection Agency
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados analizados.
 *Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS, éstas se reflejarán en los resultados que se describen en el presente informe.
 Este informe no podrá ser reimpreso parcialmente, así lo expresamos escrito de ALS.
 Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.



[Firma]
 Quirós Miguel Mónico
 Gerente Técnico ALS



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oca-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +593 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 507386/2017-1.0	RJ-9
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Rev. 06, 10
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOR
				RS4 MED		
ALUMINIO	EPA 2011 A - Rev. 01 1982 Standard Methods Ed. 22 2012, 2111 D	FA - 57.00	mg/l	2.28	50	CUMPLE
HERRO	EPA 2011 A - Rev. 01 1982 Standard Methods Ed. 22 2012, 2111 B	FA - 59.00	mg/l	1.72	150	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 22 2012, 2513 A y 2513 D	FA - 60.00	µS/cm	243	NO APLICABLE	NO APLICABLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22 2012, 5212 B	FA - 45.00	mg/l	44.75	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22 2012, 5201 D	FA - 61.00	mg/l	<10.0	200	CUMPLE
FÓSFORO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 P y 4500 P C	FA - 49.00	mg/l	<1.00	100	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 NO ₃ C	FA - 48.00	mg/l	<1.00	NO APLICABLE	NO APLICABLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 NO ₂ C	FA - 49.00	mg/l	<0.010	NO APLICABLE	NO APLICABLE
NITRÓGENO AMONÍACAL	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 NH ₃ F	FA - 50.00	mg/l	<0.22	300	CUMPLE
OXÍGENO DISUELTUO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 O D	POG - 27.00	mg/l	8.41	NO APLICABLE	NO APLICABLE
POTENCIAL REDUCTIVO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 H1 A y 4522 H1 B	FA - 65.00	U ₂ /l	5.76	6.0	CUMPLE
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2542 F	FA - 46.00	ml/l	<1.0	NO APLICABLE	NO APLICABLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2540 D	FA - 18.00	mg/l	<10.0	100	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2542 B	FA - 14.00	mg/l	34.0	500	CUMPLE
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 22 2012, 2555 B	FA - 47.00	°C	18.9	Temperatura natural + 3	CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KELODHL	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 N _{TOT} C	FA - 42.00	mg/l	<1.00	30.0	CUMPLE
COEFICIENTE FRÍOS	Standard Methods Ed. 22 2012, 3021 B, E y F	FA - 68.00	MVR/33ml	0.0	2000	CUMPLE



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

La información (i), (j) que se indica a continuación, está FUERA del alcance de esta certificación de ALS

¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 0074, TOLUVA Libro II, Anexo 1. Normas de calidad ambiental y su tecnología de referencia, la red de agua - Tabla 2. Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce

²⁾ Código de aguas

Anexo 8. Resultados de los Análisis Físicoquímicos del Punto 3.



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia 066-157 y Huachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 507386/2017-1.0	RL-43
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: DOCTOR GUMAR COUTIERREZ
 D RISCO DE ATENCIÓN A: INGENIERO PATRICIO ESPINOZA
 NOMBRE DEL PROYECTO: FISCICOLA GRANJA SHITE / MONITOREO DE AGUA
 DIRECCIÓN DEL PROYECTO: EL SA / NARIÑO
 MUESTREO REALIZADO POR: EL CLIENTE
 PROCEDIMIENTO MUESTREO: NO REPORTADO POR EL CLIENTE
 FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: NOVIEMBRE 27 DEL 2017 A LAS 11:00 CADENA DE CUSTODIA: 0017754
 LUGAR DE ANÁLISIS: COMULASEO S.A. / QUITO / RIGOBERTO HEREDIA 066-157 Y HUACHI
 FECHA DE ANÁLISIS: NOVIEMBRE 27 AL 12 DE DICIEMBRE DEL 2017
 FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 12 DE DICIEMBRE DEL 2017

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

VATRE		AGUA				
CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84	OBSERVACIONES
00000	R000000	Agua	20/11/2017	12:00	Completado por el cliente	Ninguna Observación

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAH con Acreditación Nº 046-LE-20-05-005.
 Los Análisis realizados con (T) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAH.
 SM - Standard Methods
 EPA - Environmental Protection Agency
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS acepta toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 Si los resultados de muestra(s) tienen discrepancias según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS, deberá contactar a los responsables que se encuentran en el presente informe.
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización expresa de ALS.
 Si a lo largo del Responsable Técnico y al sello de ALS, este informe no es válido.



Gumario Maza Maza
Gerente Técnico ALS



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oca-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +593 3 2341 4080

PROTOCOLO N°: 507386/2017-1.0	RJ-9
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Rev. 06, 10
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	RESULTADO	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOR
				RESULTADO		
ALUMINIO	EPA 2011 A - Rev. 01 1982 Standard Methods Ed. 22 2012, 2111 D	FA - 57.00	mg/l	2.28	50	CUMPLE
HERRO	EPA 2011 A - Rev. 01 1982 Standard Methods Ed. 22 2012, 2111 B	FA - 59.00	mg/l	1.72	150	CUMPLE
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	Standard Methods Ed. 22 2012, 2513 A y 2513 D	FA - 60.00	µS/cm	242	NO APLICABLE	NO APLICABLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22 2012, 5212 B	FA - 45.00	mg/l	44.75	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22 2012, 5201 D	FA - 61.00	mg/l	<10.0	200	CUMPLE
FÓSFORO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 P y 4500 P C	FA - 49.00	mg/l	<1.00	100	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 NO ₃ -C	FA - 48.00	mg/l	<1.00	NO APLICABLE	NO APLICABLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500 NO ₂ -C	FA - 49.00	mg/l	<0.010	NO APLICABLE	NO APLICABLE
NITRÓGENO AMONÍACAL	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500-NH ₃ -F	FA - 50.00	mg/l	<0.22	300	CUMPLE
OXÍGENO DISUELTUO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500-O D	POG - 27.00	mg/l	8.41	NO APLICABLE	NO APLICABLE
POTENCIAL REDUCTIVO	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500-H- A y 4522-H- B	FA - 65.00	U ₂ /l	5.76	6-1	CUMPLE
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2542 F	FA - 46.00	ml/l	<1.0	NO APLICABLE	NO APLICABLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2540 D	FA - 18.00	mg/l	<10.0	100	CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22 2012, 2540 A y 2542 B	FA - 14.00	mg/l	24.0	500	CUMPLE
TEMPERATURA	Standard Methods Ed. 22 2012, 2555 B	FA - 47.00	°C	18.9	Temperatura natural + 3	CUMPLE
NITRÓGENO TOTAL KELODHL	Standard Methods Ed. 22 2012, 4500-N _{TOT} -C	FA - 42.00	mg/l	<1.00	30.0	CUMPLE
COLIFORMES FCALLES	Standard Methods Ed. 22 2012, 9221 B, E y F	FA - 68.00	NMP/100ml	0.0	2000	CUMPLE



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES:

La información (i), (j) que se indica a continuación, está FUERA del alcance de certificación de ALS

¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 0074, TOLCVA Libro II, Anexo 1. Normas de calidad ambiental y de tecnología de tratamiento de aguas residuales - Tabla 2: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

²⁾ Código de aguas

Anexo 9. Puntuación asignada a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del B.M.W.P.Col.

FAMILIA	PUNTUACIÓN
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dystiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hidrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarocydae, 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, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae.	5
Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdeliidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: Roldán 2003.

Elaborado por: Las autoras.

Anexo 10. Resultados de la suma de los macroinvertebrados de los 4 puntos BMWP/Col.

Orden	Familia	Puntuación Asignada a cada Familia por el Índice BMWP/Col							
		Punto 1	Nº de Individuos	Punto 2	Nº de Individuos	Punto 3	Nº de Individuos	Punto 4	Nº de Individuos
Coleóptera	Elmidae (Larva)	6	22	6	16	6	105	6	32
	Elmidae (Adulto)	6	27	6	3	6	14	6	4
	Psephenidae							10	1
Plecóptera	Perlidae							10	9
Annelida	Hirudinea	N.P*	4						
Gastropoda	Molusca					N.P*	14		
Megalóptera	Corydalidae	6	4			6	10	6	1
Odonata	Coenagrionidae	7	10	7	1				
	Gomphidae	10	2						
	Libellulidae			6	1			6	3
Trichóptera	Hydrobiosidae	9	51	9	46				
	Hydropsychidae	7	269	7	14	7	316	7	30
	Hydroptilidae			7	6				
	Glossomatidae					7	4		
	Philopotamidae					9	564		
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	3	9	15			9	14
	Leptohyphidae	7	8	7	1			7	18
	Baetidae	7	1	7	53			7	30
Díptera	Chironomidae	2	332	2	119	2	175	2	145
	Chironomidae (Pupa)	2	20	2	5	2	17	2	8
	Ceratopogonidae	3	6						
	Dixidae							7	2
	Empididae	4	1						
	Empididae (Pupa)			4	1				
	Psychodidae (Pupa)					7	2	7	4
	Simulidae	8	6			8	4		
	Tipulidae			3	4	3	2	3	12
Tipulidae (Pupa)					3	1		n	

...Continuación

Orden	Familia	Puntuación Asignada a cada Familia por el Índice BMWP/Col							
		Punto 1	Nº de Individuos	Punto 2	Nº de Individuos	Punto 3	Nº de Individuos	Punto 4	Nº de Individuos
Hemiptera	Corixidae							7	2
	Naucoridae	7	5	7	2	7	1	7	5
	Veliidae							8	3
TOTAL		100	771	89	287	73	1229	117	323

*NP= No Aplica en el Índice BMWP/Col.

Elaborado por: Las autoras.

Anexo 11. Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) para Familias de Ríos Altoandinos del Ecuador.

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN ABI
Tuberllaria	Planariidae	5
Hirudinae		3
Oligochaeta		1
Gasterópoda	Ancylidae	6
	Physidae	3
	Hydrobiidae	3
	Limnaeidae	3
	Planorbidae	3
Amphipoda	Hyaellidae	6
Ostracoda		3
Hydracarina		4
Ephemeróptera	Oligoneuriidae	10
	Leptophlebiidae	10
	Leptohyphidae	7
	Baetidae	4
Odonata	Polythoridae	10
	Gomphidae	8
	Calopterygidae	8
	Aeshnidae	6
	Libellulidae	6
	Coenagrionidae	6
Plecóptera	Perlidae	10
	Griopterygidae	10
Heteróptera	Veliidae	5
	Gerridae	5
	Corixidae	5
	Notonectidae	5
	Naucoridae	5
	Belostomatidae	4
Trichóptera	Helicopsychidae	10
	Calamoceratidae	10
	Odontoceridae	10
	Anamalopsychidae	10
	Leptoceridae	8
	Polycentropodidae	8
	Hydrobiosidae	8
	Xiphocentronidae	8
	Philopotamidae	8
	Limnephilidae	7
	Glossosomatidae	7
	Hydroptilidae	6
	Hydropsychidae	5

...Continuación

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACIÓN ABI
Lepidóptera	Pyralidae	4
Bivalvia	Sphaeriidae	3
Coleóptera	Ptilodactylidae	5
	Lampyridae	5
	Psephenidae	5
	Scirtidae	5
	Elmidae	5
	Dryopidae	5
	Hydraenidae	5
	Pyralidae	4
	Staphylinidae	3
	Gyrinidae	3
	Dytiscidae	3
	Hydrophilidae	3
	Díptera	Blepharoceridae
Athericidae		10
Simuliidae		5
Tipulidae		5
Dolichopodidae		4
Tabanidae		4
Empididae		4
Limoniidae		4
Ceratopogonidae		4
Dixidae		4
Stratiomyidae		4
Psychodidae		3
Chironomidae		2
Culicidae		2
Muscidae		2
Ephydriidae		2
Syrphidae	1	

Fuente: Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S)

Elaborado por: Las autoras.

Anexo 12. Resultados de la suma de los macroinvertebrados de los 4 puntos con el ABI.

Orden	Familia	Puntuación Asignada a cada Familia por el Índice BMWP/Col							
		Punto 1	Nº de Individuos	Punto 2	Nº de Individuos	Punto 3	Nº de Individuos	Punto 4	Nº de Individuos
Coleóptera	Elmidae (Larva)	5	22	5	16	5	105	5	32
	Elmidae (Adulto)	5	27	5	3	5	14	5	4
	Psephenidae						5	1	
Plecóptera	Perlidae						10	9	
Annelida	Hirudinea	3	4						
Gastropoda	Molusca					3	14		
Megalóptera	Corydalidae	N.P*	4			N.P*	10	N.P*	1
Odonata	Coenagrionidae	6	10	6	1				
	Gomphidae	8	2						
	Libellulidae			6	1		6	3	
Trichóptera	Hydrobiosidae	8	51	8	46				
	Hydropsychidae	5	269	5	14	5	316	5	30
	Hydroptilidae			7	6				
	Glossomatidae					7	4		
	Philopotamidae					8	564		
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	10	3	10	15			10	14
	Leptohyphidae	7	8	7	1			7	18
	Baetidae	4	1	4	53			4	30
Díptera	Chironomidae	2	332	2	119	2	175	2	145
	Chironomidae (Pupa)	2	20	2	5	2	17	2	8
	Ceratopogonidae	4	6						
	Dixidae							4	2
	Empididae	4	1						
	Empididae (Pupa)			4	1				
	Psychodidae (Pupa)					3	2	3	4
	Simulidae	5	6			5	4		
	Tipulidae			5	4	5	2	5	12
	Tipulidae (Pupa)					5	1		

Continúa...

...Continuación

Orden	Familia	Puntuación Asignada a cada Familia por el Índice BMWP/Col							
		Punto 1	Nº de Individuos	Punto 2	Nº de Individuos	Punto 3	Nº de Individuos	Punto 4	Nº de Individuos
Hemiptera	Corixidae							5	2
	Naucoridae	5	5	5	2	5	1	5	5
	Veliidae							5	3
TOTAL		83	771	80	287	60	1229	88	323

*NP= No Aplica en el Índice ABI

Elaborado por: Las autoras.

Anexo 13. Aplicación de la Matriz de recolección de datos de Caracterización Física y Calidad del Agua.

Foto 3.



Llenado de la Matriz en conjunto con el Administrador de la Granja

Foto 4.



Toma de datos de la Calidad del Agua.

Anexo 14. Uso de la Red en D para recolectar muestras de Macroinvertebrados.

Foto 5.



Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos Punto 1.

Foto 6.



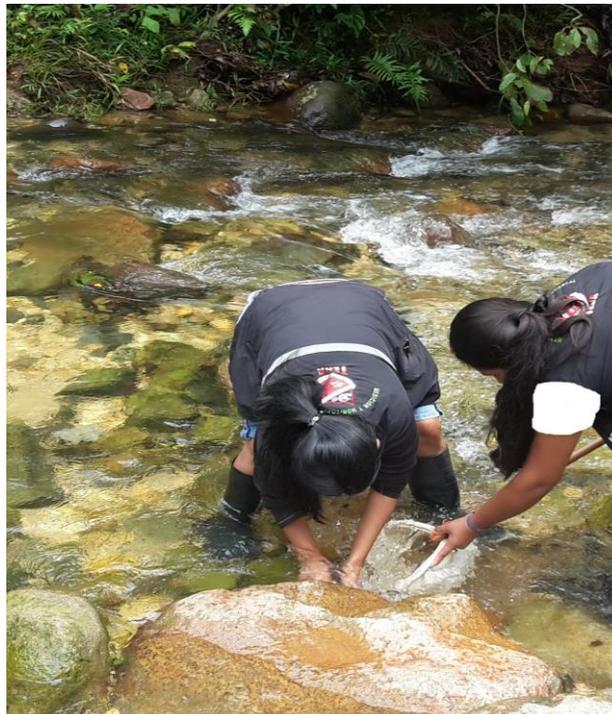
Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos Punto 2.

Foto 7.



Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos Punto 3.

Foto 8.



Muestreo de Macroinvertebrados Acuáticos Punto 4.

Anexo 15. Recolección de Sedimentos, separación de especímenes y preservación de la muestra en el campo.

Foto 9.



Recolección de especímenes.

Foto 10.



Recolección de Sustrato.

Foto 11.



Recolección de macroinvertebrados atrapados fuera de la Red.

Foto 12.



Recolección de especímenes del Sustrato.

Foto 13.



Preservación muestra en campo, alcohol al 96%.

Anexo 16. Separación de macroinvertebrados en sedimentos, identificación y preservación de la muestra en el laboratorio.

Foto 14.



Muestra de sedimento.

Foto 15.



Separación de especímenes en el laboratorio con lupa.

Foto 16.



Separación de especímenes en el laboratorio con el estereoscopio.

Foto 17.



Identificación de Macroinvertebrados por su morfología.

Foto 18.



Identificación de Macroinvertebrados.

Foto 19.



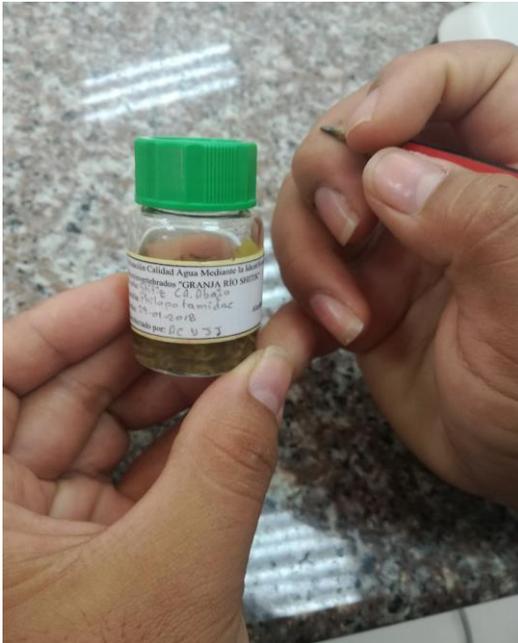
Etiquetado de las muestras identificadas.

Foto 20.



Preservación de las muestras de macroinvertebrados con alcohol al 96%.

Foto 21.



Preservación de Macroinvertebrados Acuáticos en Frascos de Vidrio de 5ml y Tubos Eppendorf en Alcohol al 96%

Anexo 17. Macroinvertebrados Acuáticos vista desde el Estereoscopio.

Foto 22.



Parte de macroinvertebrados recolectados

Foto 23.



Familia Elmidae Larva, Orden Coleóptera.

Foto 24.



Familia Hydropsychidae, Orden Trichóptera

Foto 25.



Familia Perlidae, Orden Plecóptera.

Foto 26.



Familia Naucoridae, Orden Hemiptera.

Foto 27.



Familia Tipulidae, Orden Díptera.