



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

**CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y
LOS GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN COMO
INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO AMBI**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO/A EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

AUTORES:

**PEREIRA FUENTES ALEN FRANCISCO
DAVILA VILLEGAS GALO FELIPE**

DIRECTOR:

Ing. Cabrera García Jairo Santiago MSc.

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020

CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hacemos la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte de manera digital para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual ponemos a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	0402002653	
APELLIDOS Y NOMBRES	Pereira Fuentes Alen Francisco	
DIRECCIÓN:	Tulcán – Carchi	
EMAIL:	alen-pereira63@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0994398630

DATOS DE CONTACTO		
CÉDULA DE IDENTIDAD	1004013163	
APELLIDOS Y NOMBRES	Dávila Villegas Galo Felipe	
DIRECCIÓN:	Atuntaqui-Ibarra- Imbabura	
EMAIL:	galofd96@gmail.com	
TELÉFONO FIJO:	TELÉFONO MÓVIL:	0969380957

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y LOS GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN COMO INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO AMBI

AUTORES:	Pereira Fuentes Alen Francisco Dávila Villegas Galo Felipe
FECHA:	23 de junio 2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera en Recursos Naturales Renovables
DIRECTOR:	Ing. Santiago Cabrera MSc.

2. CONSTANCIAS

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 28 días del mes de junio de 2023.

LOS AUTORES:



Pereira Fuentes Alen Francisco
CI:0402002653



Dávila Villegas Galo Felipe
CI:1004013163



CERTIFICACIÓN ENTREGA TRABAJO TITULACIÓN
TRIBUNAL TUTOR

Ibarra, 22 junio del 2023

Para los fines consiguientes, CERTIFICAMOS que los señores PEREIRA FUENTES ALEN FRANCISCO, DÁVILA VILLEGAS GALO FELIPE autores del trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y LOS GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN COMO INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO AMBI", estudiante de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** entrega el documento en digital.

Atentamente,

TRIBUNAL DE GRADO

FIRMA

MSc. Santiago Cabrera
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

MSc. Melissa Layana
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

MSc. Elizabeth Velarde
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TRITULACIÓN



**CERTIFICACIÓN TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Ibarra, 22 junio 2023.

Para los fines consiguientes, una vez revisado el documento en formato digital el trabajo de titulación: "EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y LOS GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN COMO INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO AMBI", de autoría de los señores Pereira Fuentes Alen Francisco; Dávila Villegas Galo Felipe, estudiantes de la Carrera de **INGENIERÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES** el tribunal tutor **CERTIFICAMOS** que los autores han procedido a incorporar en su trabajo de titulación las observaciones y sugerencia realizadas por este tribunal.

Atentamente,

TRIBUNAL TUTOR

FIRMA

MSc Santiago Cabrera
DIRECTOR TRABAJO TITULACIÓN

MSc. Melissa Layana
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

MSc Elizabeth Velarde
MIEMBRO TRIBUNAL TUTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

AGRADECIMIENTO

Queremos reconocer y agradecer de forma muy especial a nuestros padres quienes con su apoyo han hecho lo posible para cumplir esta meta.

De igual manera un agradecimiento a nuestro director Ing. Santiago Cabrera por compartirnos su conocimiento para esta investigación, también a nuestras tutoras Ing. Melissa Layana; Ing. Elizabeth Velarde quienes nos han guiado durante nuestro viaje académico y nos ayudaron.

Y, un gran agradecimiento a nuestro grupo de amigos: Valeria Cabascango; Anderson de la Cruz; Lady Portilla; Ariel Riofrío y Francisco Andrade, que hemos formado durante nuestro camino de formación profesional y nos acompañaron a llegar a la meta. Sabemos que este es solo el comienzo de nuestro viaje y estamos ansiosos por enfrentar nuevos desafíos y lograr más éxitos.

Alen y Galo

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación quiero dedicar de forma muy especial a mi madre Betty Fuentes, por todo el apoyo que me ha brindado su amor incondicional que han sido fundamental en este camino desde el primer día ha sido mi inspiración constante. Tu dedicación y sacrificio han sido la fuerza impulsora detrás de este éxito, me has animado a seguir adelante cuando la carga parecía demasiado pesada y has dado el aliento que necesitaba para superar los obstáculos. Gracias, madre, por tu infinito amor y ser mi pilar.

A mis Abuelos, Tíos y primos maternos, mi gratitud no tiene límites, han sido mi red de seguridad mi mayor alegría. Cada uno de ustedes han contribuido a mi crecimiento personal y académico de maneras únicas. Vuestras palabras de aliento, vuestra fe en mí, han marcado para seguir adelante.

A Pedro Antonio y Camila Rosero les agradezco por la esperanza y el entusiasmo que me ha promovido para cumplir esta meta.

A mis queridos amigos, a mi grupito que han sido mi familia elegida, les agradezco desde lo más profundo de mi corazón, gracias por compartir momentos increíbles, de inagotables risas y alegrías. Finalmente quiero agradecer a mis amigos que se han unido en esta travesía, y han contribuido a mi crecimiento.

Alen Francisco Pereira Fuentes

DEDICATORIA

A mis padres Irma y Washington por guiarme durante toda mi vida y brindarme las fuerzas para culminar esta etapa, por inculcarme los mejores valores y principios, de igual manera por apoyarme a seguir mis sueños día a día además de enseñarme a valorar cada sacrificio que ustedes realizaron por mí ya que lo hicieron con todo el amor del mundo.

A mis hermanos Domenica, Yuliana y Christopher los cuales con la jocosidad que los caracteriza siempre me ayudaron a olvidar los malos momentos que podía haber estado pasando y más que nada sirvieron de apoyo cuando lo necesitaba y en especial a mi hermano Diego y mi primo Eduardo mis eternos compañeros de locuras que siempre han estado junto mí.

A mis abuelitos, tíos, primos y demás familiares que siempre me brindaron una palabra de apoyo y estuvieron al pendiente de mí.

A mis amigos Lady, Vale, Anderson, Ariel, Alen y David que siempre estuvieron conmigo cuando no tenía fuerzas para continuar en esta etapa de mi vida, ya que la volvieron muy placentera y de igual manera con memorables recuerdos que los atesorare por siempre.

A mis amigos del barrio Asaf, Bryan, Cristian, Erick, Iván y Pedro, por haber compartido innumerables experiencias y aventuras, mi gratitud será eterna.

Galo Dávila

ÍNDICE DE CONTENIDO

Capítulo I	1
Introducción	1
1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte	1
1.2 Problema de investigación y justificación	5
1.3 Objetivos	6
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	6
1.3.2 <i>Objetivo específico</i>	6
1.4 Pregunta(s) directriz(ces) de la investigación	6
1.5 Hipótesis	6
Capitulo II.....	7
Marco Teórico	7
2.1. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidromofológicos como indicadores de la calidad del agua	7
2.1.2. Indicadores de calidad de agua según su taxonomía en ríos	8
2.1.3. Parámetros biológicos para determinar la calidad de agua	9
2.1.4. Índices de calidad del agua	10
2.2. Marco legal	13
Capitulo III	14
Metodología	14
3.1 Descripción del área de estudio.....	14
3.2 Métodos	15
3.2.1 Identificación de puntos de muestreo	15
3.2.2 Determinación de la calidad fisicoquímica del agua, variación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y factores hidromofológicos a nivel espacio temporal	16
3.2.3 Análisis estadísticos	19
3.2.4. Análisis de los factores abióticos, que influyen en los patrones de distribución de la comunidad de macroinvertebrados y sus grupos de alimentación.	20
3.2.5. Evaluación de los grupos alimenticios, los índices de calidad biológica en el río Ambi	20

3.3. Materiales y Equipos	23
Capítulo IV	24
Resultados y Discusión.....	24
4.1 Determinación de la calidad fisicoquímica del agua, variación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y factores hidromofológicos a nivel espacio temporal.....	24
4.1.1 Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos	24
4.1.2. Calidad de agua del río Ambi	25
4.1.3. Variación taxonómica.....	28
4.1.4. Calidad hidromofológica.....	30
4.2 Analizar los factores abióticos, que influyen en los patrones de distribución de la comunidad de macroinvertebrados y sus grupos de alimentación.....	31
4.2.1 Temporada seca	31
4.2.2 Temporada lluviosa	34
4.3 Evaluación de los grupos alimenticios y los índices de calidad biológica en el río Ambi.	37
4.3.1 Índices de calidad Biológica	37
4.3.2 Grupos de alimentación.....	43
4.3.2.1 Temporada seca	43
4.3.2.2 Temporada lluviosa	45
Capítulo V.....	49
Conclusiones y Recomendaciones.....	49
5.1 Conclusiones	49
5.2 Recomendaciones	50
Referencias.....	51
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo	15
Tabla 2. Rangos de calificación del WQI	17
Tabla 3. Características de los grupos funcionales de alimentación para macroinvertebrados de agua dulce.	21
Tabla 4. Rango calidad de agua con el puntaje ABI	22
Tabla 5. Rango calidad de agua con el puntaje AAMBI.....	22
Tabla 6. Clases de calidad de agua según su significado	23
Tabla7. Materiales que se usó en la toma de muestras fisicoquímicas y Biológicas	23
Tabla8. Valores de Media, Máximo (Max), Mínimo (Min), y desviación estándar (DE) de las variables ambientales de los 7 puntos de muestreo	25
Tabla9. Calidad del agua del río Ambi	26
Tabla 10. Comparación de los valores de los parámetros del TULSMA y del río Ambi para el uso de riego agrícolas	28
Tabla 11. Comparación de los valores de los parámetros del TULSMA y del río Ambi para el uso pecuario.....	28
Tabla 12. Lista de taxones encontrados con su abundancia, puntos de muestreo y en que temporada y su tolerancia en base a BMWP/Col.	30
Tabla13. Valores de Media, Máximo (Max), Mínimo (Min), y la desviación estándar de las variables hidromofológicas en los 7 puntos de muestreo.	31
Tabla 14. Comparación de valores y calidad del agua en espacio temporal del índice BMWP/Col.....	38
Tabla 15 Comparación de la calidad ecológica espacio temporal	40
Tabla16. Comparación de valores y calidad del agua en espacio temporal del índice ABI.....	41
Tabla 17. Comparación de los puntajes y la integridad ecológica en espacio temporal según el índice AAMBI	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pirámide de Kelse	13
Figura 2. Mapa de ubicación de la subcuenca del río Ambi	14
Figura 3. Climograma de la subcuenca del río Ambi desde 1970-2000	16
Figura 4. Método del flotador.	19
Figura 5. Mapa de usos de agua de la cuenca del río Ambi en el área de los puntos de muestreo y la calidad de agua del río.	27
Figura 6. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) para río de agua dulce de la cuenca del río Ambi muestreado en la época seca.	32
Figura 7. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los individuos y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época seca.....	34
Figura 8. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los GFA y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época lluviosa.	35
Figura 9. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los individuos y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época seca.....	37
Figura 10. Comparación de los valores del Índice BMWP/Col.....	39
Figura 11. Comparación de los valores de la Calidad biológica y ecológica espacio temporal en base al índice ABI	40
Figura 12. Comparación de los valores del Índice ABI espacio temporal.....	41
Figura 13. Comparación de los valores del Índice AAMBI espacio temporal	42
Figura 14. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua BMWP/Col.....	43
Figura 15. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua ABI	44
Figura 16. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua AAMBI.....	44
Figura 17. Composición de los grupos funcionales de alimentación de la parte alta del río Ambi.	45
Figura 18. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua BMWP/Col.....	46
Figura 19. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua ABI	46

Figura 20. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua AAMBI.....	47
Figura 21. Composición de los grupos funcionales de alimentación por los puntos de muestreo.	48
Figura 22. Correlación de los índices ABI, AAMBI e ICA en base al índice BMWP/Col.....	48

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS RENOVABLES

**“EVALUACIÓN DE LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y
LOS GRUPOS FUNCIONALES DE ALIMENTACIÓN COMO
INDICADORES DE CALIDAD ECOLÓGICA DEL RÍO AMBI”**

Alen Francisco Pereira Fuentes y Galo Felipe Dávila Villegas

Resumen

El control y toma de decisiones de una buena gestión en los ecosistemas fluviales es muy importante para los ciudadanos. Debido a la falta de conocimiento sobre la diversidad y programas de evaluación biológica, la gestión es necesario la evidencia de la contaminación y su impacto en la biodiversidad y la ecología integral. Por esto se realizó la investigación para analizar la calidad ecológica del río Ambi en 7 puntos de muestreo durante dos épocas, utilizando macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, basados en las clases de índices BMWP/Col, ABI, AAMBI. En los resultados del biomonitoreo espacio temporal indica que el pH, la velocidad del agua, turbidez, saturación de oxígeno disuelto y la conductividad son importantes para la composición de los grupos funcionales de alimentación y los taxones. Los resultados indicaron que la diversidad de las familias y grupos funcionales de alimentación fueron escasos en todas las localidades por la presencia de materia orgánica entre otros factores. Los colectores-recolectores (CR) fueron en general, los dominantes y abundantes cuando la calidad biológica del agua es mala. Los depredadores (Dp) fueron el segundo grupo más abundante en espacio temporal en los puntos de muestreo de calidad crítica o muy crítica. En el caso de la calidad dudosa al aumentar la presencia de los trituradores (Tr) y la disminución de los demás su calidad a mejorado.

Palabras claves: Biomonitoreo, Calidad del agua, Biodiversidad, Calidad biológica, Funciones ecológicas.

ABSTRACT

Monitoring and decision making for good management in river ecosystems is very important for public. Because of the knowledge lack on the diversity and biological assessment programs, the management is necessary to evidence the pollution and its impact on biodiversity and integral ecology. For this reason, research was done to analyze the ecological quality of the Ambi river in 7 sampling points during two periods, using macroinvertebrates as indicators of water quality, based on the index classes BMWP/Col, ABI, AAMBI. The results of spatio-temporal biomonitoring indicate that pH, water velocity, turbidity, dissolved oxygen saturation and conductivity are important for the composition of functional feeding groups and taxa. Results indicated that the diversity of feeding families and functional groups were low at all locations due to the presence of organic matter among other factors. Collector-gatherers (CG) were generally dominant and abundant when biological water quality was poor. Predators (Pd) were the second most abundant group in temporal space in the sampling points of critical or very critical quality. In the case of doubtful quality, as the presence of shredders (SH) increased and the presence of the others decreased, their quality improved.

Keys words: Biomonitoring, Water quality, Biodiversity, Biological quality, Ecological functions.

Capítulo I

Introducción

1.1 Revisión de antecedentes o estado del arte

La calidad del agua en ríos se ve afectada por la contaminación proveniente de fuentes domésticas que ocurre alrededor de todo el país, especialmente cerca de las áreas altamente pobladas (Bravo et al., 2016). En el caso de la contaminación orgánica la existencia de compuestos orgánicos a niveles altos en los cuerpos de agua, por ejemplo, las combinaciones de carbono, hidrogeno y oxígeno que durante en el proceso de descomposición reducen los niveles de oxígeno disuelto (OD) en los ríos, que agrava la vida del ecosistema acuático (Vizcaino, 2020). A pesar de su importancia los ecosistemas soportan múltiples factores de estrés causados por actividades humanas y las diferentes influencias de las condiciones físicas, químicas y bióticas, sobre los ecosistemas naturales (González et al., 2012).

Los ecosistemas fluviales andinos son importantes por proveer el abastecimiento de agua a centros urbanos y rurales, entre otros beneficios, no obstante, la expansión del límite agrícola y el incremento de la población humana originan la presión sobre los ecosistemas impacto sobre la calidad del agua (Acosta et al., 2009). La liberación de metales contaminantes en el agua se produce como consecuencia de la actividades por el ser humano, en el caso de la piscicultura no autóctona, el uso intensivo de agroquímicos tóxicos y la minería, son actividades que contribuyen al aumento de las concentraciones de metales, que provoca un impacto a los ecosistemas acuáticos (Capparelli et al., 2020).

El impacto que reciben las aguas superficiales cada día dificulta el tratamiento por causa de los compuestos químicos, los productos farmacéuticos y de cuidado personal (PPCP) son los principales elementos que podemos encontrar, estos productos tienen un impacto en el ciclo de vida de los organismos, ya que mucho de estos farmacéuticos si se consume combinados en dosis terapéuticas pueden afectar a la salud humana, es un ejemplo de que también pueden responder los organismos acuáticos de la misma manera (Boxall et al., 2012). Entonces la

presencia de ambientes contaminados perturba a las especies acuáticas y causa problemas de salud en las personas que viven en ellos (Celi & Villamarín, 2020).

La contaminación del agua es un problema de varios años y han dependido de los parámetros fisicoquímicos para evaluar, muchos países han generado y desarrollado técnicas de biomonitoreo basadas en organismos biológicos como indicadores por su grado de tolerancia o sensibilidad a un determinado contaminante (Sánchez-Vélez & García-Núñez, 1999). Uno de los primeros estudios que se utilizó como bioindicadores para evaluar ecosistemas acuáticos de agua dulce y marino fueron los anélidos bentónicos en Alemania detectado el poliqueto *Capitella capitata* como una especie tolerante a lugares contaminados (González & Vallarino, 2014). El biomonitoreo nos indica condiciones del agua pasadas y presentes, con el uso de indicadores biológicos se detecta posibles eventos puntuales de toxicidad los cuales no son detectados por mediciones fisicoquímicas estándares (Springer, 2010).

En la actualidad la presencia de macroinvertebrados acuáticos, han sido destacados como indicadores de un ambiente que puede estar conservado, por el contrario la ausencia indica que este tipo de ambiente se encuentra alterado (González . et al., 2012). El gran número de interacciones resultantes entre las variables físicas y químicas y los organismos acuáticos se constituye en un problema matemático de gran complejidad, por lo que se requiere de técnicas robustas para el análisis multivariado de modelos no lineales (Gutiérrez et al., 2004).

Los macroinvertebrados son organismos que tienen ciclos cortos, se encuentran en lagos, ríos, pueden reflejar alteraciones de su ecosistema como ciertos cambios de la estructura de sus poblaciones y comunidades, generalmente se alimentan de sedimentos donde pueden acumularse toxinas que lo incorporan a su cadena trófica (Gamboa et al., 2008) En el caso de Ephemeroptera viven en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, en general se los consideran como indicadores de buena calidad de agua (Rengifo, 2009). Sin embargo, la

heterogeneidad del hábitat podemos tener en cuenta en dos escalas, la espacial y la temporal, a partir de esto se puede determinar que su hábitat tengan rasgos funcionales similares (Motta- Díaz et al., 2018).

Los índices bióticos se realizó un registro en Alemania, a principios del siglo XX, cuando Kolkwitz y Marsson desarrollaron la idea de la saprobidad siendo un índice que evaluó la contaminación en ríos (Naranjo & López, 2013). Históricamente los índices biológicos han sido ampliamente utilizados y se han implementado varias metodologías, expresado en forma de un valor numérico único según la especie presente con caracteres específicas (Ríos et al, 2009). Estos índices también permiten describir las situaciones ambientales, aun así, sin una valoración absoluta a partir de los datos biológicos, además puede presentar información precisa sobre la calidad biológica del agua (Salusso & Moraña, 2002).

Las características físicas de un arroyo generan condiciones específicas en su hábitat, lo que permite la existencia de diversos tipos y formas de alimentos para la biota acuática, pero estas se pueden estar vulnerables por las perturbaciones que son uno de los factores que pueden determinar la distribución de la comunidad de macroinvertebrados y reducen la diversidad (Buss et al., 2004). Una cuenca debe tener ambientes naturales ricos para la regulación del clima y manteniendo la biodiversidad, dado que la calidad mejora en los ecosistemas siendo como referencia un filtro natural para asegurar un equilibrio o una mejora de sus funciones para combatir el cambio climático (Antunes et al., 2016).

En Latinoamérica la degradación de los ecosistemas fluviales es constante en el tiempo, por la explotación y la contaminación de las aguas superficiales, especialmente en la expansión de actividades humanas, existe una presión sobre los ecosistemas y el impacto ambiental sobre la calidad del agua, principalmente en los ecosistemas fluviales andinos son aquellos que abastecen de agua a centros urbanos y rurales entre otros más beneficios directos (Acosta et al., 2009). Dentro de los ecosistemas de aguas superficiales, los ríos son considerados como una fuente de riqueza de agua, lo que proporciona la fertilidad a suelos para la obtención de

alimentos a nivel mundial, sin embargo, las aguas superficiales perciben el deterioro en su calidad por el uso, como recipiente de vertientes generados por zonas urbanas e industriales (fuentes puntuales) y las actividades agropecuarias y escurrientías (fuentes difusas) (Quiroz et al., 2017).

Ecuador un país en vías de desarrollo en el área ambiental presenta problemas de contaminación en ríos, arroyos que resulta por fuentes puntuales y fuentes difusas, las descargas de las aguas residuales en los ríos se han elevado por la falta de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y son alarmantes en varias regiones (Cabrera et al., 2021). La poca atención en el tratamiento de aguas residuales e industriales forma una acumulación de contaminantes ambientales que pone en graves problemas de salud pública y sectores económicos (Borja-Serrano et al., 2020), ya que es el líquido vital que va dirigido para el consumo humano, únicamente el 70% esta drenado hacia los sistemas de alcantarillado, del cual solo el 55.8% de las descargas son tratadas (Alarcón, 2019).

La provincia de Imbabura se encuentra ubicado al norte del Ecuador, forma parte por la cadena montañosa de la Cordillera de los Andes (ubicada en el extremo occidental de Sudamérica desde el sur de Venezuela hasta la Tierra de Fuego), que tiene la importancia porque en sus formaciones geológicas existentes, el grado de inclinación de la pendiente, las precipitaciones y la presencia de páramos en los volcanes Imbabura, Mojanda y Cusin, forman lugares de almacenamiento de agua natural que forma las redes hídricas, que son aprovechadas para el consumo humano (Suárez & Vásquez, 2020). En la provincia existe el deterioro en los cuerpos de agua por acciones antrópicas que pone en riesgo la salud humana y la calidad de agua potable (Mancheno & Ramos, 2015).

La subcuenca del río Ambi se encuentra en la provincia de Imbabura su capital es Ibarra y sus ciudades importantes son: Otavalo, Cotacachi, Atuntaqui, Urcuquí y Pimampiro (Mora, 2017). Generalmente las actividades económicas en estas ciudades están vinculadas en el sector agropecuario en el cual están implicados cultivos que están dirigidos a la alimentación y las actividades en el sector artesanal

(Flores, 2010). El río Ambi es parte del grupo de los ríos andinos, estos son considerados las cabeceras de los ríos, el problema de las cuencas andinas está rodeadas por actividades antrópicas que generan impactos negativos en el río que ciertos componentes no son biodegradables especialmente si contiene trazas de metales disueltos y material inorgánico (Choque-Quispe et al., 2022).

1.2 Problema de investigación y justificación

El río Ambi cuenta con un caudal de 2 500 litros por segundo, presenta una problemática ambiental por las descargas de aguas residuales domésticas y basura con químicos que provienen de industrias textiles, asentadas en su ribera, así también la contaminación generada por el canal de riego Salinas es un problema que afecta a ciertos moradores de las parroquias y comunidades aledañas de Cotacachi, Otavalo y Antonio Ante (MAGAP, 2018). Se busca determinar la calidad de agua a nivel espacio temporal del Río Ambi, con la ayuda de las variables ambientales (físicas, químicas y microbiológicas). Además, se pretende buscar la determinación de la funcionalidad ecológica que tienen este ecosistema hídrico, y para ello se trabaja con organismos acuáticos bioindicadores como son los macroinvertebrados donde nos permite calcular los índices bióticos BMWP-Col, AAMBI y ABI basados en la presencia/ausencia de especies tolerantes a la contaminación ambiental y métricas biológicas como la abundancia y riqueza. Por otro lado, la comunidad de macroinvertebrados nos permitirá conocer la funcionalidad ecológica a través de los rasgos alimenticios (Grupos Funcionales de Alimentación), que permitirá obtener una información de biomonitoreo mucho más exacta y a largo plazo que determinaciones tradicionales de abundancia y riqueza que hay de especies (Buss & Victorino, 2010).

La necesidad de monitorear la calidad e integridad biológica que poseen actualmente los ecosistemas de agua dulce. El río Ambi, presenta un ecosistema importante en la Provincia de Imbabura y de la Demarcación Hidrográfica Mira, a pesar de ello son muy escasos los esfuerzos de monitoreo y los trabajos desarrollados hasta el momento acerca de la calidad del agua, servicios ecosistémicos y funcionalidad ecológica.

1.3 Objetivos

1.3.1 *Objetivo general*

Evaluar la comunidad de macroinvertebrados y los grupos funcionales de alimentación como indicadores de calidad ecológica del río Ambi.

1.3.2 *Objetivo específico*

- a) Determinar la calidad fisicoquímica del agua, variación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y factores hidromorfológicos a nivel espacio temporal.
- b) Analizar los factores abióticos, que influyen en los patrones de distribución de la comunidad de macroinvertebrados y sus grupos de alimentación.
- c) Evaluar los grupos de hábitos alimenticios y los índices de calidad biológica en el sitio de estudio.

1.4 Pregunta(s) directriz(ces) de la investigación

¿Cuál es la variación de las comunidades de macroinvertebrados, sus grupos funcionales de alimentación y los índices de calidad biológica a nivel espacio temporal?

¿Cuál es el grado de influencia que tienen las variables fisicoquímicas e hidromorfológicas sobre el funcionamiento ecológico determinado mediante los macroinvertebrados y sus grupos funcionales de alimentación?

1.5 Hipótesis

Ho= No existe una influencia de la calidad fisicoquímica del agua y las características hidro morfológicas sobre los grupos funcionales de alimentación y la biodiversidad de macroinvertebrados a nivel espacio temporal en el río Ambi.

Hi= Existe una influencia de la calidad fisicoquímica del agua y las características hidro morfológicas sobre los grupos funcionales de alimentación y la biodiversidad de macroinvertebrados a nivel espacio temporal en el río Ambi.

Capítulo II

Marco Teórico

En este capítulo se resume en que los macroinvertebrados son organismos vivos utilizados como bioindicadores para evaluar la caracterización biológica e integral de la calidad del agua que revela las condiciones ambientales actuales y a través del tiempo, además estos organismos se asignan grupos alimenticios de acuerdo con su especialización trófica, esto nos ayudan en su mayoría a distinguir el nivel de contaminación en un cuerpo hídrico.

2.1. Parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e hidromofológicos como indicadores de la calidad del agua

El análisis de los parámetros físicos químicos permite la evaluación del deterioro del agua dulce de forma puntual, además la importancia de analizar las variables ambientales de los ríos indica la influencia de estos en la biodiversidad (Gaston, 2000). Es por eso que los organismos indicadores de calidad de agua, nos ayudan a estimar si son afectados por cambios físico o químicos de su hábitat, siendo sensibles a fuentes de estrés, alterando su distribución (Figueroa et al., 2003).

Las aguas superficiales son susceptibles a las fuentes de estrés por su alta cantidad de contaminantes, las aguas residuales tienen concentración de materia orgánica donde el oxígeno utilizado para la oxidación se convierte esencial para el crecimiento de la vida acuática, incluyendo la flora y fauna presente en el ecosistema, este proceso se le llama demanda química de oxígeno (DQO) (Lecca & Lizama, 2014). Otro parámetro que nos permite saber la calidad del agua que puede ser afectada por la presencia de aguas residuales urbanas e industriales es la demanda bioquímica de oxígeno indicando la reacción biodegradable de la materia orgánica que realizan los microorganismos (Rodríguez, 1998).

El oxígeno disuelto (OD) es uno de los indicadores de contaminación de aguas, si sus valores son bajos es muy probable por la causa de la presencia de materia orgánica o de material inorgánico por partes oxidado (Posada et al., 2013).

El OD influyen en la distribución de las especies acuáticas, además si hay niveles muy bajos pueden ser indicativos de altas concentraciones de bacterias (Alvarado & Aguilar, 2009). La concentración de OD respecto a los criterios ecológicos de calidad de aguas, debe estar al menos 5 mg/L para la protección y crecimiento adecuado de la vida acuática (Cházaro-Olvera et al., 2021).

La temperatura es elemental al momento de identificar las comunidades de macroinvertebrados, debido que determinan la riqueza y los patrones de distribución de las familias de macroinvertebrados bentónicos (Custodio & Chanamé, 2016). El cambio de la temperatura en los cuerpos de agua puede causar una alteración en las comunidades de macroinvertebrados, y la cual podría dejar vulnerable a los ecosistemas acuáticos que se encuentran involucrados (Álvarez et al. 2016). La capacidad adaptativa de los macroinvertebrados bentónicos a bajas temperaturas, les da la cualidad de poder dominar o influir sobre otras especies, como entrar en un estado de latencia hasta el restablecimiento de condiciones fisiológicamente más favorables para un desarrollo mejor (Oseguera & Alcocer, 2016).

Un caudal de un río tiene la función de mantener el desarrollo de las capacidades biológicas, ya que en las mismas se puede encontrar otros factores como ciclos reproductivos, la disponibilidad de recursos alimenticios (Navarro & Monge, 2021). La disminución de un caudal ecológico de un río perjudica en la salud del ecosistema por lo cual esto afecta a la abundancia, riqueza de macroinvertebrados que son capaces de sobrevivir a aguas con diferentes velocidades (Quesada, 2019).

2.1.2. Indicadores de calidad de agua según su taxonomía en ríos

Los macroinvertebrados son usados como organismos bioindicadores de calidad de agua en el curso fluvial, estos presentan algunas familias y géneros que son indicadoras de aguas claras y limpias, mientras otras soportan aguas contaminadas (Abarca, 2007). Los macroinvertebrados son organismos que habitan en los sedimentos de los ecosistemas acuáticos o en cualquier tipo de sustrato

(Troncos, hojas, macrófitos, entre otros), dentro de estos organismos se incluyen los turbelarios, nemátodos, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gasterópodos y bivalvos (Suárez-Thelma, 2015). Además, por su hábitat estos organismos se puede identificar sus grupos alimenticios como la materia orgánica fina (MOPF), microalgas (MA), restos de animales (RA) y tejido vegetal (TV) (Poma & Araujo, 2022).

2.1.3. Parámetros biológicos para determinar la calidad de agua

Los macroinvertebrados son una herramienta ideal para la caracterización biológica e integral de la calidad de agua, siendo necesario para un adecuado control y conservación de un ecosistema (Giacometti & Bersosa, 2006). Además, los macroinvertebrados manifiestan la calidad de los diferentes ecosistemas acuáticos por esta razón existen métodos de evaluación basados en ciertos organismos han sido ampliamente manejados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua (Roldán-Pérez, 2016). El uso de macroinvertebrados acuáticos resulta una herramienta ideal, sencilla, rápida y de bajo costo para la caracterización biológica e integral de la calidad del agua que revela las condiciones ambientales actuales y a través del tiempo (Madera et al., 2016).

De igual manera que los macroinvertebrados acuáticos son organismos que se asignan a grupos alimenticios de acuerdo con su especialización trófica (Usme et al., 2013). En el caso de los herbívoros y carnívoros se alimentan de organismos vivos, en cambio los detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus). En los distintos grupos funcionales alimenticios se distingue, en base a su comportamiento alimenticio, esto puede cambiar a través del ciclo de vida del animal (Hanson et al., 2010). Los grupos funcionales del agua ayudan en su mayoría a distinguir el nivel de contaminación de las cuencas hidrográficas que se estudia, de tal manera los cuales ayudan a ver que grupos se encuentran presentes y se distingue la resistencia de ciertos agentes químicos (Ayala. 2008).

2.1.4. Índices de calidad del agua

El índice de BMWP alude que es un indicador de calidad de agua cuyas siglas corresponden a Biological Monitoring Working Party en inglés, ayuda a manejar varios índices para la determinación de la calidad de agua (Meneses-Campo et al., 2019). El uso el índice de BMWP es para la identificación de la clasificación taxonómica por especies, familias, género, y orden, además, se identifica el porcentaje de individuos por punto de muestreo, por familia y número de individuos por orden y distribución por fechas (Sánchez & García, 2018).

El índice del BMWP-Col es una adaptación de índice colombiano, en el cual podemos aplicar en Ecuador, ya que Colombia posee condiciones ambientales relativamente similares a las nuestras, también se utilizó para determinar la calidad de agua en las cuencas del río Coca y Aguarico, en base a la composición de la comunidad de macroinvertebrados (Cabrera et al., 2021). Además, es un índice biótico, siendo el más empleado para determinar la calidad de agua y una gama amplia de uso el índice BMWP se considera que es un método simple y rápido de evaluar la calidad de agua, con el apoyo de macroinvertebrados, donde se puede analizar hasta el nivel de familia, el puntaje va desde 1 a 10 según la tolerancia (Sánchez et al., 2018).

Los índices bióticos y de diversidad son utilizados en muestras de macroinvertebrados béticos para la medición de la contaminación de los ríos, estos índices bióticos se basan en un puntaje, son métodos de biomonitoreo más utilizados por dirigentes de agua (Giller & Malmqvist, 1998). El índice Biótico Andino (ABI), es un método que realiza una evaluación de la calidad biológica de los arroyos andinos, una herramienta mejorada que se basa en puntajes en las familias de macroinvertebrados apropiados para la región andina (Ríos-Touma et al., 2014). Al paso del tiempo el índice se agregó nuevas especies evaluadas para el biomonitoreo de calidad del agua, el índice AAMBI suma valores numéricos asignados a cada familia, los valores oscilan entre 1 y 10, asignándose 1 a las familias más tolerantes y 10 a las familias más sensibles, finalmente el puntaje final

se evalúa en un rango desde excelente hasta mala de calidad de agua (Galarza et al., 2021).

Water quality index (WQI) analiza de forma general en diferentes niveles y establece la vulnerabilidad del cuerpo frente a las amenazas potenciales (Hernandez-Alvarez et al., 2021). A su vez el modelo (WQI) maneja 18 parámetros indicativos del agua como: la estética, presencia de nutrientes, materia orgánica disponibilidad de oxígeno y contaminación bacteriana (Pauta et al., 2019). Entonces la metodología permite evaluar varios parámetros y clasificar el agua según su diferente uso, además diagnostica de forma general la situación en la que se encuentra la calidad del agua (Fernández-Rodríguez & Guardado-Lacaba, 2021).

La calidad del agua es un término que se usa para el manejo de recursos hídrico, ya que estos necesitan estándares predefinidos, utilizando parámetros considerados las características físicas, biológicas y químicas del agua (Alvarez et al., 2006). Además, los indicadores de calidad de agua son la demanda bioquímica de oxígeno a cinco días (DBO_5) y la demanda química de oxígeno (DQO), estas variables permiten identificar la influencia antropogénica (Benez et al., 2010).

La biodiversidad es compleja, donde acoge todo aspecto de organización biológica, desde genes hasta comunidades y sus mecanismos estructurales, funcionales y de composición, así como las escalas de espacio y tiempo (Núñez et al., 2003). Para el concepto de biodiversidad se lo maneja de una forma fragmentada e inconsistente, debido a que tiene importantes consecuencias en la planificación de estrategias de su uso y conservación, también se mencionó que existe una variedad de flora y de fauna que están coexistiendo en un espacio geográfico (Portilla, 2019).

En calidad biológica se considera que un medio acuático presenta una buena cuando tiene unas características naturales que le permiten el desarrollo de las comunidades de organismos que le son propias (Sánchez et al., 2018). La mayoría de los parámetros utilizados para la evaluación de la calidad del agua son de carácter fisicoquímico, que no reflejan las posibles alteraciones existentes que hayan podido

suceder tiempo atrás. Por este motivo la vigilancia y control de la contaminación del agua se complementa con organismos como bioindicadores (Posada et al., 2000).

2.2.Marco legal

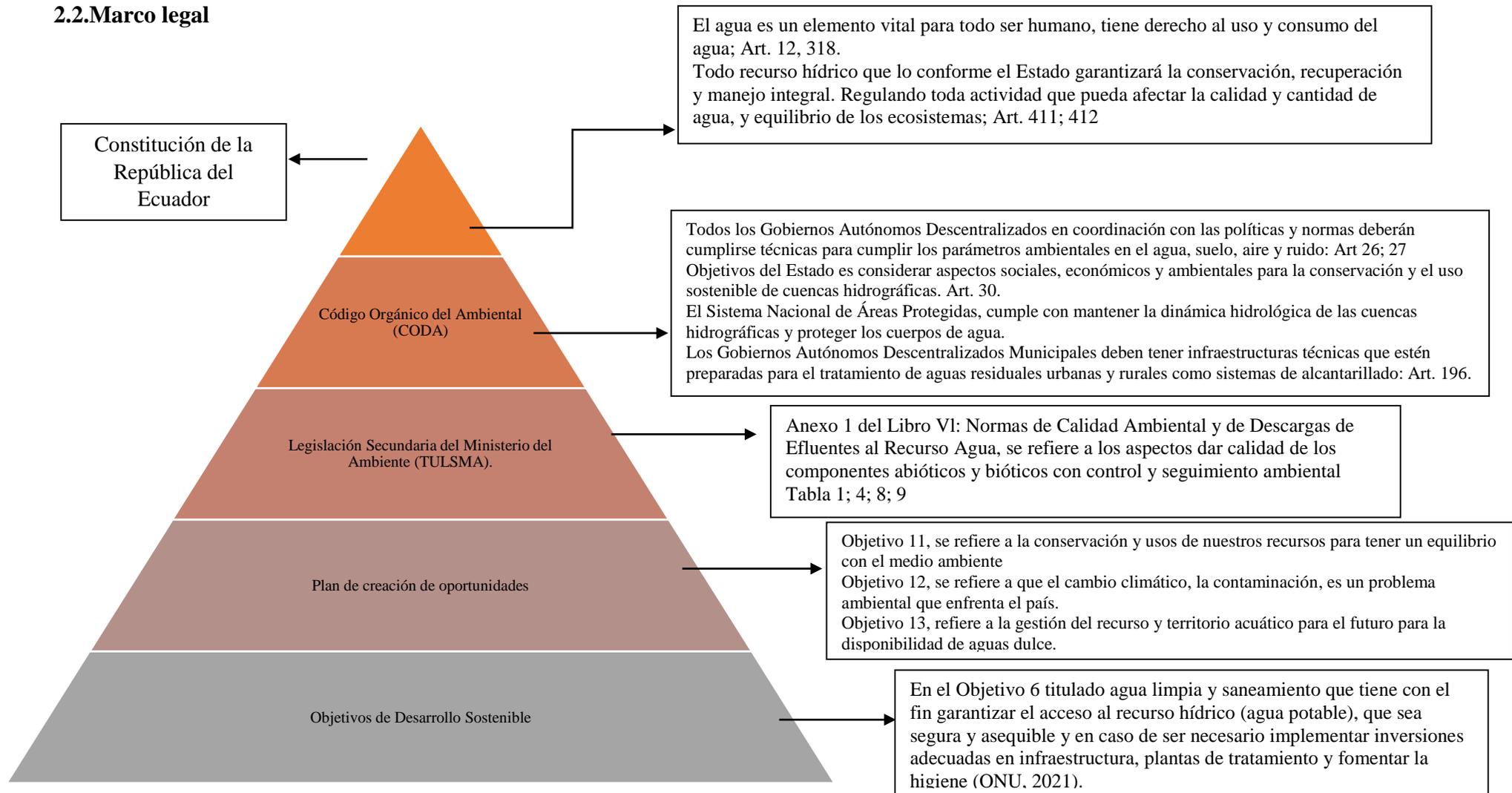


Figura 1. Pirámide de Kelsen

Capítulo III

Metodología

3.1 Descripción del área de estudio

La siguiente investigación se realizó en el río Ambi ubicado en la Provincia de Imbabura (Figura 2). La subcuenca del río Ambi está conformada por sus principales ciudades: Ibarra (204 568 habitantes), Otavalo (117 425 habitantes), Cotacachi (43 087 habitantes), Atuntaqui (49 661 habitantes), Urcuquí (16 976 habitantes) y Pimampiro (13 458 habitantes) (GAD IMBABURA., 2018). El río Ambi nace en el cerro Imbabura a 4000 m.s.n.m, con sus afluentes como el Itambí que alimenta al Lago Imbakucha – San Pablo que luego con el nombre de Jatunyacu que se une al río Blanco formando el río Ambi (Almeida, 2014).

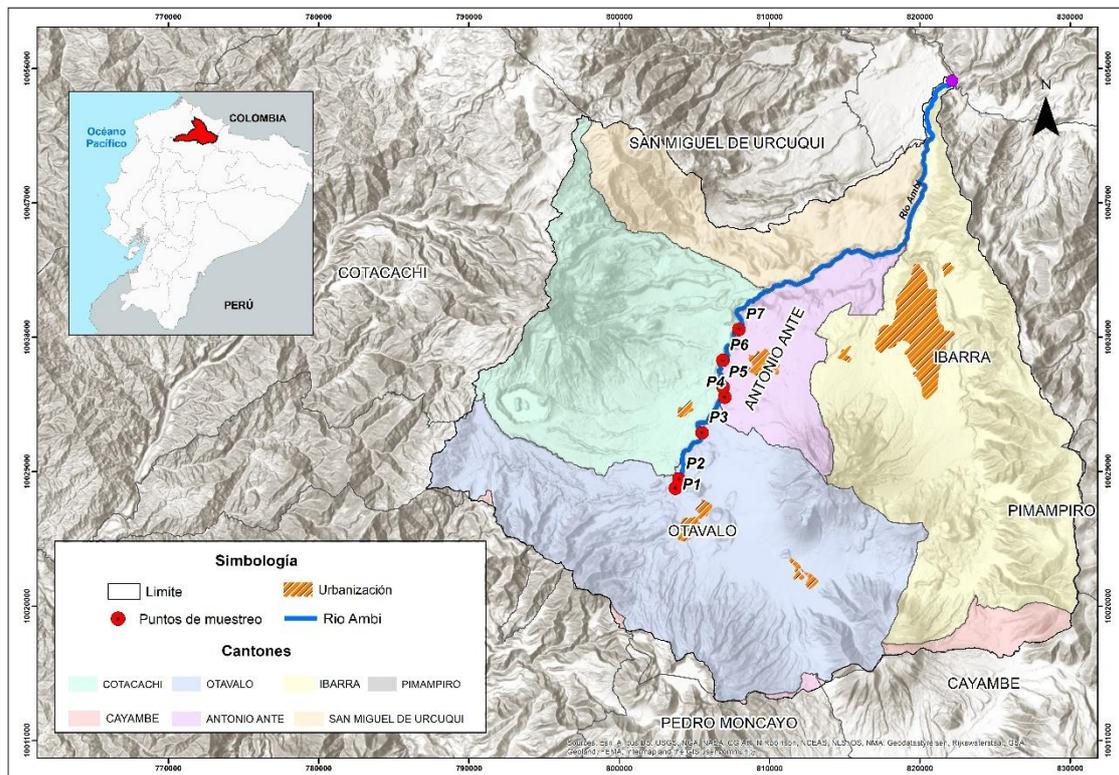


Figura 2. Mapa de ubicación de la subcuenca del río Ambi

Los datos climáticos que se registra en la subcuenca del río Ambi son del 16,3°C y una precipitación de 223 mm al año, sabiendo esto los tipos de climas son: clima Mesotérmico templado cálido, Mesotérmico templado frío, Mesotérmico semifrío. La cobertura vegetal que la subcuenca del río Ambi está conformada por cultivos, páramos, pastos, vegetación boscosa, arbustiva y zonas pobladas se las considera como uso del

suelo, dentro de esta clasificación existe ciertos cambios que se generan principalmente por las actividades antrópicas, como la ganadería, agricultura esto cubre en el año 2017 un 49,05% de la superficie, las zonas pobladas cubren 5,02% mientras que la cobertura vegetal con el transcurso del tiempo se ha reducido a 44,70% (Rosero, 2021).

3.2 Métodos

Con los siguientes métodos se logró evaluar la calidad del agua y su ecosistema según los objetivos planteados.

3.2.1 Identificación de puntos de muestreo

Con revisión bibliográfica se identificó puntos accesibles para realizar el muestreo, con una pre-salida de campo para realizar la identificación de los lugares, ya que se debe procurar la seguridad del estudiante, se seleccionó 7 puntos ubicados en los siguientes áreas: el primer punto el origen del río Ambi en la vía de Quiroga, segundo punto en la PTAR del cantón Otavalo, tercer punto en el puente de la vía de Cotacachi, cuarto punto en la comunidad de “Piabachupa”, quinto punto antes de la empresa “Cantera Permacon ll minería artesanal”, sexto punto después de la empresa “Cantera Permacon ll minería artesanal”, finalmente el séptimo punto en el puente “Vía Imantag” por la parroquia de Atuntaqui. Cada uno de los puntos están ubicados en las diferentes parroquias Otavalo, Cotacachi, Atuntaqui, guardando los siete puntos en coordenadas WGS 198 UTM con la ayuda del GPS (Tabla1).

Tabla 1. Coordenadas de los puntos de muestreo

Puntos de muestro	Coordenadas UTM	
	x	y
P1	803735	10027893
P2	803978	10028508
P3	805510	10031610
P4	807015	10033982
P5	806929	10034651
P6	806887	10036450
P7	807952	10038531

3.2.2 Determinación de la calidad fisicoquímica del agua, variación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y factores hidromofológicas a nivel espacio temporal

Se realizó un climograma para identificar la temporada seca y lluviosa, tomando en cuenta los datos de precipitación y temperatura desde 1970 hasta 2000 obteniendo dos picos altos de precipitación en abril y noviembre, en la estación de Otavalo más cercana al área de estudio (Figura 3). Con estos datos se realizó los puntos de muestreo en temporada seca y lluviosa, permitió ayudar a entender en qué estado se encuentra el río Ambi según los factores climáticos. La subcuenca del río Ambi carece de un régimen anual de lluvias de tipo ecuatorial, la época lluviosa está presente en todo el año y ausencia de temporada seca.

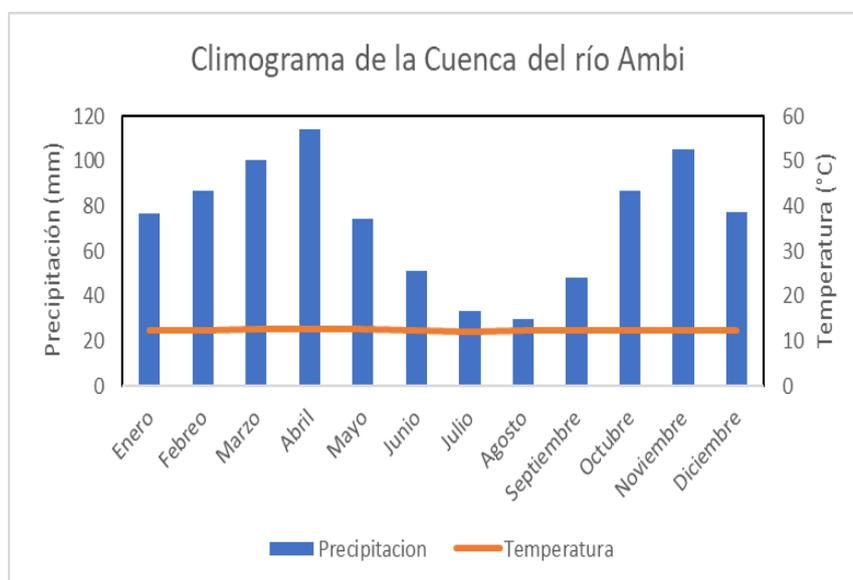


Figura 3. Climograma de la subcuenca del río Ambi desde 1970-2000

De esta manera una vez determinado los puntos de muestreo y fechas, en campo se realizó un muestreo simple, se utilizó un cuadrante de 10 x 10 metros para realizar los diferentes muestreos, para la recolección de muestras se manejó con botellas de 1 litro plásticas para análisis químicos, previamente se lavó los envases y se llenaron según el método compuesto, el cual consiste en recolectar muestras de agua que se encuentren dentro del cuadrante y de esta manera conseguir una muestra homogénea. Al mismo tiempo para la recolección de muestras microbiológicas se usó envases estériles sin tener contacto con el aire para evitar la contaminación del envase. Con el objetivo, se conservó las muestras recolectadas en una cadena de frío para posteriormente analizar en un laboratorio.

Por lo tanto, la recolección de muestras para la temporada seca se realizó en los meses de septiembre de forma *in situ* con la ayuda del multiparámetro de la marca HQ 40d que analizó la medición de los parámetros: pH, conductividad eléctrica (CE), sólidos disueltos totales (SDT), temperatura (°C), oxígeno disuelto (OD) y saturación de oxígeno (OD sat). Posteriormente se enviaron muestras al laboratorio “alfanalítica” en la ciudad de Ibarra, en un total de siete muestras para cada uno de los análisis: demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), fósforo total (FT) y coliformes fecales (CF).

Con los resultados de los análisis de los parámetros fisicoquímicos se aplicó el Water Quality Index (WQI), según Brown et al., (1970), índice que recopila 11 parámetros, con el trabajo de la Fundación Nacional de Saneamiento (NSF por sus siglas en inglés) consiguieron reforzar que 9 parámetros son eficientes para la interpretación de la contaminación en los cuerpos de agua formando una ecuación (1), con estos resultados se pudo estimar rangos (Tabla 2) que van de 0 a 100.

$$WQI = \sum_{i=1}^n w_i q_i \tag{1}$$

Donde:

WQI= Índice de calidad de agua, va un número entre 0 y 100

q_i=la calidad del i-ésimo parámetro, un número entre

w_i= El peso unitario del i-ésimo parámetro, un número

Tabla 2. Rangos de calificación del WQI

Calidad del agua	WQI
Excelente	91-100
Buena	71-90
Media	51-70
Mala	26-50
Muy mala	0-25

Con respecto a la recolección de muestras para parámetros biológicos, se trabajó dentro del cuadrante de 10 x 10 m, en base a Gabriels et al. (2010), se utilizó el método

de *Kicksampling* en los 7 puntos durante 30 segundos en el cual consiste realizar un mismo esfuerzo de muestreo distribuyendo proporcionalmente entre todos los hábitats acuáticos accesibles. Para ello, se utilizó redes de mano estándar en el cual se obtuvo el sustrato, después se colocó en bandejas de color blanco para la separación de los organismos vivos, se agregó alcohol al 70% para conservar la estructura del organismo guardando en frascos *eppendorf*.

En el Laboratorio de Investigaciones Ambientales (LABINAM) se clasificó, identificó y contabilizó los taxones de los macroinvertebrados con el estereoscopio y una caja Petri cuadriculada (0,5 cm), en cada tubo *eppendorf* se etiquetó con la familia y el punto donde se recolectó. Para la identificación de las familias de los macroinvertebrados se utilizaron los documentos o guías de Roldán, 2003; James & Christopher, 2010; Encalada et al., 2011; Hamada et al., 2014; Encalada et al., 2019.

Por el contrario, para la recolección de datos de los parámetros hidromorfológicos se realizó el trabajo dentro del mismo cuadrante, para obtener el dato de la velocidad del agua se midió la profundidad del río de extremo hasta el otro extremo u orilla, obteniendo un rango de 10 datos por cada sector del punto de muestreo con la ayuda de una cinta métrica. Para la medición de la velocidad del agua o el caudal del río se utilizó el método del flotador con una botella (instrumento flotador) que estará llena de $\frac{1}{4}$ de agua para evitar sesgos de errores cuando se toma los datos. El procedimiento es: se toma un tramo de 10m de longitud de la corriente, con el flotador (botella) se determina el tiempo que tarda en recorrer los 10m y se calcula la velocidad a un 80% (Figura 4), así $V=S$ (espacio), sobre T (tiempo) y se calcula la velocidad del agua o el caudal (Legarda & Ruiz, 2000).

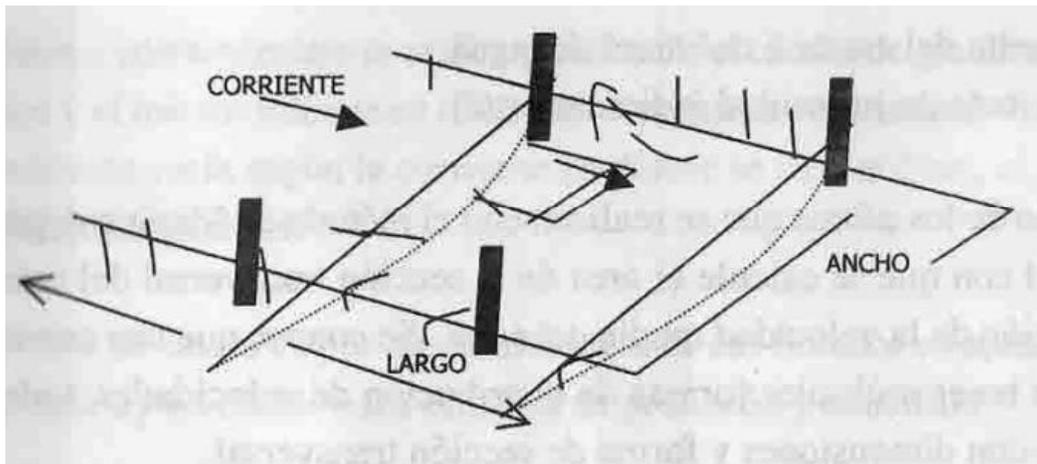


Figura 4. Método del flotador.

Nota. Tomado de “Medición de corrientes de Agua con fines de Ingeniería de regadíos” (p. 350), por L. Legarda & H. Ruiz, 2000. *Revista de Ciencias Agrícolas*, Vol. 17

También para evaluar la calidad hidromorfológica se realizó una matriz de percepción que nos ayuda determinar en qué rango se encuentra el punto de muestreo, la matriz evaluó ciertas características que deberían tener ecosistemas de calidad excelente, factores que influyen en los servicios ecosistémicos del río como la ribera, si el canal fluvial es natural, entre otros factores de presencia o ausencia que pueden beneficiar a la biodiversidad tanto del ecosistema y de la variación de la comunidad de macroinvertebrados.

3.2.3 Análisis estadísticos

Con los datos de temporada seca y lluviosa, se ejecutó una correlación de dos variables (físicoquímicas y biológicas), para indicar el grado de relación que tienen entre sí, obteniendo correlaciones positivas y negativas.

El Análisis de estadística multivariada permite comprender la información de una base de datos para contenerla en una sola matriz, observando las posibles relaciones que se pueden llevar a cabo de una base general y una matriz generada (López & Palací, 2014). Además, analiza que variables ambientales son los responsables de la distribución de las comunidades de macroinvertebrados en la variación espacio temporal (Rico-Sánchez et al., 2014).

3.2.4. Análisis de los factores abióticos, que influyen en los patrones de distribución de la comunidad de macroinvertebrados y sus grupos de alimentación.

Se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con el software de *Statgraphics*, para analizar la relación entre los puntos de muestreo, los taxones, GFA de los macroinvertebrados y las variables fisicoquímicas, microbiológicas e hidromorfológicas en espacio temporal. Con la relación de los puntos de muestreo se dedujo a través una matriz de componentes principales y una gráfica de pesos del componente que se centra en una ecuación estandarizada (restando su media y dividiendo entre sus desviaciones estándar).

3.2.5. Evaluación de los grupos alimenticios, los índices de calidad biológica en el río Ambi.

Con la identificación de las familias de macroinvertebrados se asigna el grupo de alimentación (tritadores, colectores-filtradores, depredadores, raspadores, parásitos, herbívoros y filtradores) de acuerdo con guías, trabajos e investigaciones anteriores donde los clasifican por ejemplo: Ramírez & Gutiérrez-Fonseca, 2014; Tomanova & Usseglio-Polatera, 2007; Tomanova et al., 2006; Tomanova et al., 2008; Nessimian et al., 1998; Damanik-Ambarita et al., 2016, asignando 5 grupos funcionales de alimentación (GFA) a los taxones recolectados en el río Ambi, para esto se calculó la abundancia absoluta, relativa y la riqueza de GFA de cada uno de los puntos de muestreo.

Sobre todo los macroinvertebrados al ser expuestos a diferentes factores estresantes tiene una influencia positiva o negativa en la abundancia de los organismos que tienen ciertos hábitos alimenticios (Juvigny-Khenafou et al., 2021). Con los GFA podemos identificar las funciones que proporcionan al ecosistema acuático y que perturbaciones antrópicas están presentes en el sitio, en el caso de la presencia de los recolectores y, depredadores son organismos que ingieren partículas de sedimentos o materia orgánica fina, mientras que los tritadores, raspadores o colectores-filtradores se alimentan de materia orgánica gruesa, micrófitos, macrófitos y organismos muertos (Tomanova et al., 2008).

Tabla 3. Características de los grupos funcionales de alimentación para macroinvertebrados de agua dulce.

Grupos funcionales de alimentación (GFA)	Recursos alimentarios	Mecanismos alimenticios	Ejemplos de taxones
Fragmentador-detritívoro	MOPG; Tejidos vegetales vasculares y madera en descomposición	Mastican los productos de la camada condicionada, perforación(taladro) madera (taladro) madera	Amphipoda, Aeglidae, Calamoceratidae, Sericostomatidae, Leptoceridae (en parte), Gripopterygidae
Fragmentador-herbívoro	Tejidos vivos de plantas vasculares (macrófitos)	Masticar y socavar la vida tejidos de macrófitos	Crambidae, Chironomindae (en parte), Coleoptera (en parte) Bivalvia, Oligoneuridae, Hydropsychidae, Philopotamidae, Simuliidae, Chironomidae –tribo, Tanytarsini
Colector-filtrador	MOPF; Materia orgánica particulada fina en descomposición	Recoger MOPF en suspensión en la columna de agua	Baetidae, Euthyplocidae, Elmidae (larva), Chironomidae – tribo Chironomini
Colector-catador	MOPG; Materia orgánica particulada fina en descomposición	Recoger MOPF de depósitos en sustratos	Gastropoda, Leptophlebiidae (en parte), Elmidae (adultos), Psephenidae, Crambidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae, Blephariceridae
Raspador	Algas adheridas al sustrato y materiales asociados (perifiton)	Raspa la superficie de piedras, madera y tallos de plantas vasculares acuáticas	Hydroptilidae
Succionador-herbívoro	Algas filamentosas y macrófitas	Perforan células vegetales individuales y succionan el citoplasma	Odonata, Perlidae, Corydalidae, Leptoceridae (en parte), Naucoridae, Chironomidae – subfamilia Tanytarsinae
Depredador-engullidor	Presas vivas	Capturan y tragan animales enteros o se alimentan de partes de las presas capturadas	Hemiptera
Depredador-perforador	Presas vivas	Atacar presas, perforar tejidos y succionar fluidos	

Nota. MOPG: *Materia Orgánica Particulada Gruesa*; MOPF: *Materia Orgánica Particulada Fina*

Para la evaluación de la calidad del agua, biológica, e integridad ecológica, se identificó la presencia y ausencia de los taxones de los macroinvertebrados según estudios, donde estos trabajan con valores numéricos que van de 0 a 10 según las familias u ordenes que puedan tolerar a la presencia de un contaminante. De allí se aplica los valores a la metodología de los índices para evaluar según los rangos del ABI (Tabla 4), AAMBI (Tabla 5) y BMWP/Col (Tabla 6),

De hecho, el índice ABI al ser un índice actualizado por la revisión de las puntuaciones de tolerancia a la contaminación, dependiendo de las condiciones ambientales de los altos Andes tanto de Ecuador. Este índice permitió entender la interrelación de los macroinvertebrados y estresores fisicoquímicos y morfológicos, además pueden influir en la presencia o ausencia de taxones como los nutrientes o la demanda biológica de oxígeno en cinco días (Jerves-Cobo et al., 2018).

Tabla 4. Rango calidad de agua con el puntaje ABI

ABI	Calidad del agua
>96	Muy bueno
59 – 96	Bueno
35 – 58	Regular
<35	Malo

Fuente: Encalada et al. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad Ecológica de ríos Andinos*, (p. 33).

De igual modo el índice AAMBI, al analizar los insectos entre otros invertebrados acuáticos permite entender los roles ecológicos que cumplen en los ecosistemas, con la presencia, ausencia de descomponedores de materia orgánica, filtradores de detritos, carnívoros etc. Al mismo tiempo el índice abarca una gran variedad de factores bióticos y abióticos que influyen a la calidad integral ecológica del río, para lo cual ayudó a una toma de decisiones de gestión de la calidad del agua y la frecuencia de monitoreo.

Tabla 5. Rango calidad de agua con el puntaje AAMBI

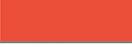
AAMBI	Integridad Ecológica
>121	Excelente
90 – 120	Muy Buena
50 – 89	Buena
36 – 49	Regular
<35	Mala

Fuente: Encalada et al. (2019). *Los ríos de las cuencas Andino-Amazónicas: Herramientas y guía de invertebrados para el diseño efectivo de programas de monitoreo*. (p. 121).

Así mismo el índice BMWP/Col consiste en analizar la presencia y ausencia de las familias de macroinvertebrados, también asignando los valores de tolerancia a la

contaminación orgánica del sistema hídrico. La suma de las puntuaciones de cada una de las familias que se encontró en el río se obtiene el puntaje total BMWP/Col

Tabla 6. Clases de calidad de agua según su significado

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

Fuente: Roldán, G. (2003). *Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col.* (p. 32).

3.3. Materiales y Equipos

Los materiales y equipos utilizados durante la fase de campo y en laboratorio son:

Tabla 7. Materiales que se usó en la toma de muestras fisicoquímicas y Biológicas

Materiales de Campo		Materiales de Laboratorio	
GPS	Etiquetas	Estereoscopio	Etiquetas
Multiparámetro	Botellas de plástico 1lt	Caja petri	Etanol 70%
Redes de mano	Bandeja blanca	Pipeta	Computadora portátil
Libreta de campo	Cooler	Piseta	Guantes
Etanol 70%	Balde	Marcadores	Software Rstudio
Frascos Eppendorf	Flexómetro	Computadora	Software LAS EZ
Marcadores	Frascos de orina	Pinzas	

Capítulo IV

Resultados y Discusión

4.1 Determinación de la calidad fisicoquímica del agua, variación taxonómica de la comunidad de macroinvertebrados y factores hidromorfológicos a nivel espacio temporal.

4.1.1 Análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos

La estadística descriptiva de las principales variables fisicoquímicas está representada en la Tabla 8, además en el Anexo 1 se tomó en cuenta las correlaciones negativas (-0,70) a las correlaciones positivas (0,96). El río Ambi tuvo una variación de la velocidad del agua entre 0,35 a 1,34 m/s en la temporada seca (día), en el punto 2 se encontró que su velocidad es menor (0,35 m/s) mientras que su velocidad va de forma ascendente hasta el punto 4 (1,34 m/s). Además, hubo una correlación negativa ($p < 0,05$) entre la velocidad, coliformes fecales (-0,90), SDT (-0,82) y su elevación (-0,72). El pH del río estuvo en un rango de 7,22 a 7,78 sin tener un rango de agua alcalina o ácida y tuvo una correlación negativa con la elevación (-0,72) y la presencia de SDT (-0,69). Según Grande et al., (2010), cuando el agua de río es expuesta a aguas acidas de mina, el pH suele tener una media de 2,67 con sus mínimos de 1 y máximos que no superan los 4,5.

En el agua del río Ambi la turbidez osciló desde 15,27 a 71,8 NTU, donde indicó una correlación negativa ($p < 0,05$) con la presencia de coliformes fecales (-0,86), y SDT (-0,71). El fósforo total tuvo una media de 0,70 mg/L y se correlacionó de forma negativa con el DQO (-0,81; $p < 0,05$). El OD tuvo un valor medio de 6,67 mg/L, en el punto 1es donde se encontró una disminución (6,10 mg/L) de OD y mejoró en el punto 7 (7,26 mg/L), sus correlaciones fueron una correlación negativa con coliformes fecales (-0,74; $p < 0,05$). De igual manera esto sucedió con el OD sat. correlacionado negativa con coliformes fecales (-0,71; $p < 0,05$).

Mientras tanto los NO_2 con una media de 0,10 mg/L, hubo una correlación positiva muy significativa con NO_3 (0,96; $p < 0,05$) y conductividad eléctrica (0,79). El OD sat. tuvo una correlación positiva significativa con, OD (0,92; $p < 0,05$) y, la conductividad eléctrica (0,78). La variable de SDT existió una correlación positiva con fosfatos (0,88; $p < 0,05$), y coliformes fecales (0,84). La profundidad presentó una media

de 0,36 m donde se facilita una correlación positiva con DBO₅ (0,86; p<0,05), TP (0,75) y una correlación negativa con la variable TDS (-0,81). La elevación que tuvo una correlación positiva con, coliformes fecales (0,74), SDT (0,74), temperatura (0,69) y una correlación negativa con el pH (-0,72; p<0,05). Con la variable de la velocidad del agua tiene una media de 0,98 m/s, entonces se señala que en el punto 3 tiende a ser estándar la velocidad del agua, donde es muy probable que se obtuvo las 4 correlaciones positivas (p<0,05) con OD (0,86), OD sat. (0,81), pH (0,75) y turbidez (0,82).

Tabla 8. Valores de Media, Máximo (Max), Mínimo (Min), y desviación estándar (DE) de las variables ambientales de los 7 puntos de muestreo

Variables Ambientales	Unidad	Media	Max	Min	DE
Temperatura	°C	18,9	20,3	17,4	1,04
Oxígeno Disuelto	mg/L	6,7	7,7	6,1	0,4
Saturación de oxígeno	%	95	100	89	4,1
pH		7,6	7,8	7,2	0,2
Conductividad	µS/cm	481	561	422	53,7
NO ₃	mg/L	2,04	6,3	0,4	1,9
NO ₂	mg/L	0,1	0,5	0,0	0,2
Fósforo total	mg/L	0,7	0,9	0,6	0,11
SDT	mg/L	333	424	284	50,7
Turbidez	NTU	40,14	71,8	15,3	19,3
Coliformes Fecales	UFC/ml	351	940	60	304
DBO ₅	mg/L	8,6	12	6	1,9
DQO	mg/L	14,2	22	8	4,7
Velocidad del agua	m/s	0,98	1,3	0	0,4
Elevación	m.s.n.m	2300	2474	2174	94

4.1.2. Calidad de agua del río Ambi

Para la determinación de la calidad de Agua se utilizó método WQI (en sus siglas en español ICA) donde se analizó las siguientes variables: DBO₅, coliformes fecales, OD sat., nitratos, pH, temperatura, SDT, FT y turbidez indicando el monitoreo de tiempo real de cada uno de los puntos de muestreo dando como resultado que la calidad de agua está en un rango moderado (Tabla 9), cuando en sectores existe una presencia de sólidos suspendidos y patógenos a niveles altos es probable por la presencia de descargas que

proviene de asentamientos poblacionales y si se agrega la turbidez alta, la calidad del agua se ve comprometida por la erosión (Torres et al., 2010).

Además, en la Figura 5 se observa el rango de calidad de agua que se encuentra en los puntos de muestreo, con la presencia de 8 usos que se aprovecha por el río Ambi (MAATE, 2020) y sus afluentes dentro del área de los 7 puntos de muestreo, observando que la calidad de agua puede ser influenciado por las descargas de agua de estas también se puede considerar factores estresores que pueden alterar la riqueza biológica. Por ello Carrera et al. (2015) afirma el proceso de eutrofización son; las concentraciones de fósforo, por el crecimiento de algas, la materia orgánica que no se descompone totalmente, debido a la agricultura intensiva y a la producción de ganado, además de las aguas residuales, por ende en comparación con los valores obtenidos del fósforo total y los usos de la Figura 5 el río Ambi ese encuentra en un proceso de eutrofización.

Tabla 9. Calidad del agua del río Ambi

Puntos de Muestreo	WQI	Rango de Calidad
P1	62	Medio
P2	60	Medio
P3	60	Medio
P4	59	Medio
P5	63	Medio
P6	60	Medio
P7	63	Medio

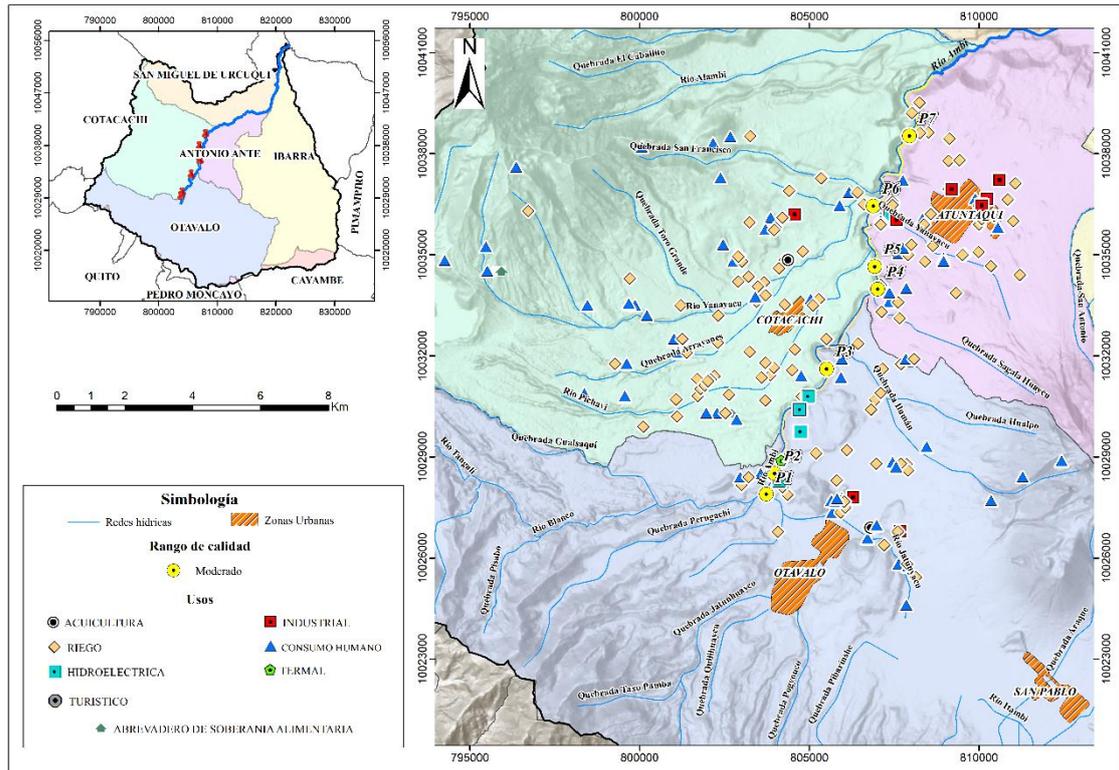


Figura 5. Mapa de usos de agua de la cuenca del río Ambí en el área de los puntos de muestreo y la calidad de agua del río.

De forma general los valores de los parámetros fisicoquímicos dentro del reglamento del Anexo 1 del TULSMA para el uso del agua para la actividad de riego agrícola (Tabla10) los valores del río Ambí están dentro del reglamento, excepto el Cromo⁺⁶ en el Punto 7 ya que sobre pasa el valor límite definido (0,1 mg/L), de manera que es un llamado de atención a la presencia de este metal se encuentra afectando a ciertos sectores del río que hacen el uso para actividades agrícolas y ganaderas. En el caso del OD en el tramo de estudio sus valores están sobre el valor permitido (3 mg/L).

Tabla 10. Comparación de los valores de los parámetros del TULSMA y del río Ambi para el uso de riego agrícolas

Parámetro	Unidad	Puntos Río Ambi							
		Criterio de calidad TULSMA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cromo	mg/L	0,1	-	-	-	0,02	0	0	0,67
Nitritos	mg/L	0,5	0	0,04	0	0,53	0	0	0,16
Oxígeno Disuelto	mg/L	3	6,1	6,2	6,6	6,9	7,1	6,6	7,3
pH	-	6-9	7,2	7,4	7,7	7,6	7,7	7,7	7,8

En el caso para el uso del agua para actividades pecuarias según el Anexo 1 del TULSMA los valores fisicoquímicos en la mayoría de los puntos de muestreo están por debajo de los valores permitidos (Tabla 11), haciendo una excepción con NO₂ en el Punto 4 sus valores pasan el valor permitido (0,2 mg/L).

Tabla 11. Comparación de los valores de los parámetros del TULSMA y del río Ambi para el uso pecuario

Parámetro	Unidad	Puntos río Ambi							
		Valor máximo TULSMA	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Cromo ⁺⁶	mg/L	1,0	-	-	-	0,02	0	0	0,67
NO ₃	mg/L	50	1,6	1,97	1,2	6,3	0,8	0,4	2
NO ₂	mg/L	0,2	0	0,04	0	0,53	0	0	0,16
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	3000	371	424	284	324	292	297	339

4.1.3. Variación taxonómica

En un total se clasificaron e identificaron 2 460 macroinvertebrados identificados en época seca, en el cual se obtuvo a 17 familias diferentes. La mayor abundancia se ubicó en los puntos 2 y 7 situadas en la parte alta (2 474 msnm) del río y baja (2 174 msnm), en el punto 2 con 952 individuos, pertenecientes a 7 familias y el punto 7 con 507 individuos,

que corresponden 9 familias. Dentro de los puntos las familias Chironomidae, Tubificidae y Psychodidae fueron los taxones con más frecuencia que se encontró, seguidos por la familia Physidae en 4 puntos de muestreo. De igual manera mayor riqueza se encontró en los puntos: 4 con 10 familias, 6 con 9 familias y 7 con 9 familias, los cuales predominaban los taxones de Chironomidae, Tubificidae y Psychodidae.

En el caso de la variación taxonómica en la temporada lluviosa se encontró de 2 388 macroinvertebrados identificados, con un total de 22 familias diferentes. En los puntos de muestro 1, 2, 3 y 7 se observó mayor abundancia con 422 individuos de 22 familias (punto 1), 549 individuos con 5 familias (punto 2), 660 individuos con 7 familias (punto 3) y 407 individuos con 9 familias (punto 7). Las familias Chironomidae, Tubificidae son los taxones encontrados en todos los sitios de muestreo, con una continuación con la familia Psychodidae en 3 puntos con 34 individuos y la familia Glossiphoniidae en 5 puntos de muestreo con 27 individuos. Además, la mayor riqueza se encontró en los puntos: 1 con 18 familias, 3 con 8 familias y 7 con 10 familias, los cuales predominaban lo taxones de Chironomidae, Tubificidae y Psychodidae. En la Tabla12 presenta la lista de los taxones encontrados en temporada seca y lluviosa y sus puntajes de tolerancia basados en el índice BMWP/Col, con su abundancia total y el número de puntos de muestreo donde se los encontraron. Además, comparando los resultados de este estudio con los de Rivera-Usme et al. (2013) se considera que existe mayor riqueza y diversidad en la época lluviosa mientras que en la época seca existe mayor abundancia.

El índice BMWP/Col también juega un papel importante, representa a los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, con el cual se correlaciona de manera positiva con la conductividad (0,88 $p < 0,05$), OD sat. (0,84), OD (0,75) y Velocidad del agua (0,71), para la obtención de una variabilidad en GFA de macroinvertebrados es más probable que haya una relación química y ciertas condiciones específicas del sitio, donde tiene una complejidad de impacto analizar mediante índices bióticos (Van-Echelpeel et al., 2018).

Tabla 12. Lista de taxones encontrados con su abundancia, puntos de muestreo y en que temporada y su tolerancia en base a BMWP/Col.

Orden	Familia	Abundancia Total	Puntos de muestreo	BMWP/Col Tolerancia	Temporada
Amphipoda	Hyaellidae	5	2, 6	7	S, L
Architaenioglossa	Ampullariidae	2	5	9	S, L
Coleoptera	Dytiscidae	1	1		L
	Elmidae	13	5	6	S, L
	Staphylinidae	2	7	6	S
Diptera	Chironomidae (LV)	2 250	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2	S, L
	Chironomidae (AD)	1 403	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	2	S, L
	Dolichopodidae	2	2, 4	4	S
	Limoniidae	1	7		L
	Psychodidae	57	6, 7	-	S, L
	Simuliidae	7	4, 7	8	S, L
Ephemeroptera	Baetidae	16	3, 4, 6, 7	7	S, L
Gastropoda	Physidae	22	2, 3, 4, 5	3	S, L
Haplotaxida	Tubificidae	1 341	2, 3, 4, 5, 6, 7	1	S, L
Hemiptera	Mesoveliidae	2	4, 6	5	S
	Veliidae	1	1	8	L
Hirudinida	Glossiphoniidae	42	2, 4, 5, 6	3	S, L
Poduromorpha	Poduridae	16	4, 7	-	S, L
Lepidoptera		15	5, 6, 7	-	S, L
Veneroida	Sphaeriidae	1	1	4	L
-	Vespididae	2	1	-	S, L

Nota: S (*Temporada seca*), L (*Temporada lluviosa*)

4.1.4. Calidad hidromorfológica

En la Tabla 13 podemos observar que la calidad hidromorfológica cuando su valor está en el rango de 28,3 a 32,3 es de calidad buena siendo en los puntos 1, 3, 4, 5 y 6, mientras tanto en el punto 2 tiene un valor de 26 siendo un rango moderado, además en el punto 7 tiene un rango mínimo de 19 representando una calidad mala. Cada uno de estos rangos nos indicando que la estructura de su ribera y la naturalidad del canal fluvial son óptimos o no para las comunidades biológicas. Además, en comparación con la

investigación de Villamarín et al. (2014) realizado en las cuencas alto andinas tropicales en la que se encuentra la cuenca del río Mira, los resultados de las variables físicas, químicas e hidromofológicas fue variado de igual manera obtenidos en este estudio, indicando que aportan a la heterogeneidad de los ríos altoandinos tropicales, al mismo tiempo que sus resultados de la calidad de la ribera estuvo en un rango buena, es un factor importante para la influencia de los factores ambientales.

Tabla 13. Valores de Media, Máximo (Max), Mínimo (Min), y la desviación estándar de las variables hidromofológicas en los 7 puntos de muestreo.

Variable	Media	Max	Min	Desviación estándar
Ancho (m)	7,8	14	5	3,1
Profundidad (m)	0,36	0,50	0,26	0,09
Calidad hidromofológica	28	32	19	4,7

4.2 Analizar los factores abióticos, que influyen en los patrones de distribución de la comunidad de macroinvertebrados y sus grupos de alimentación.

4.2.1 Temporada seca

En la Figura 6 se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), donde se trabajó con 3 componentes principales de modo que explica que existió una similitud del 79,28% acumulativa entre los 3 componentes, el eje del componente 1 (38,04%) está conformado por los GFA quien separa de las variables ambientales. De modo que las líneas azules representan las variables fisicoquímicas, hidromofológicas y GFA que se examinó la relación que existió entre ellas.

Es decir que las variables ambientales (NO_3 , ancho, conductividad, OD sat, turbidez, velocidad del agua) y los GFA (trituradores, colectores-filtradores) se encuentran en el eje positivo del componente 1, indicando que estos dos GFA se relacionó con aguas semi-rápidas por ello su turbidez es alta, el oxígeno disuelto saturado tiene un rango aceptable para ellos, la conductividad eléctrica es aceptable ya que, según Nguyen et al. (2016) la conductividad es una variable clave indicadora de una alteración de una zona que es afectada por ciertos contaminantes ambientales que tienen altos niveles y

afectan a la calidad biológica de los macroinvertebrados. Mientras tanto en el eje negativo del mismo componente se encuentra las variables ambientales (pH, profundidad, DBO₅ y FT) y los GFA (colectores-recolectores, depredadores y raspadores) indicando una relación negativa, estos 3 GFA tuvo una preferencia a lugares con un pH neutro, con profundidad baja, con rango medio de DBO₅, y fósforo total medio-bajo.

Las variables temperatura, DQO y SDT se agrupan en el eje positivo del componente 2 (24,8%) indicando que las 3 variables se relacionan entre ellas sin ningún GFA, es probable que ciertos organismos con hábitos alimenticios no tengan afinidad a rangos medios de estas 3 variables ambientales. Por otra parte, la variable elevación se ubica en el extremo negativo del mismo componente, diferenciándose así del resto, ya que es probable que la elevación no influya en ninguna variable ambiental y GFA.

El eje de las X representa la similitud que existirá entre variables ambientales y GFA con un valor de 38,04% de varianza, por lo cual la variable más cercana o representativa para el eje x positivo será el pH, en el caso del eje X negativo la variable representativa es la elevación. Mientras que en el eje Y positiva los NO₃ son los más cercanos al eje teniendo un valor de 24,8% de varianza, sin embargo, en el eje Y negativa los raspadores son los representativos de este.

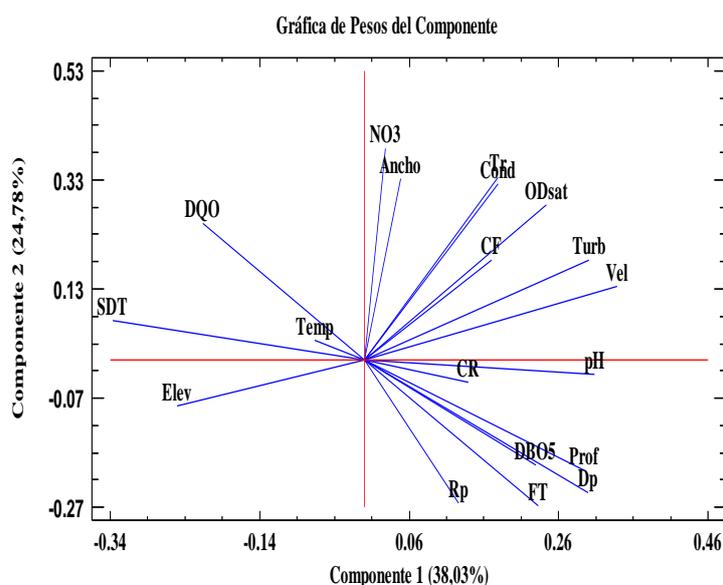


Figura 6. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) para río de agua dulce de la cuenca del río Ambi muestreado en la época seca.

En la Figura 7 se realizó un ACP, trabajando con 3 componentes principales en el que se explica que existió una similitud del 71,38% acumulativa de estos componentes, el eje del componente 1 (28,85%) está conformado por los taxones de los macroinvertebrados quien separa de las variables ambientales. Por lo tanto, las líneas azules representan las variables ambientales (físicoquímicas e hidromorfológicas) y las variables biológicas (familias de los macroinvertebrados) para el análisis de la relación que existen entre ellas de los datos del río Ambi.

Tal es el caso que las variables DQO, ancho, NO_3 y los taxones (Staphylinidae, Psychodidae, Poduridae, Lepidoptera, Simuliidae) se encuentran en el eje positivo del componente 1, mostrando que los 5 taxones se relacionaron con un bajo rango de NO_3 , con un promedio estándar del ancho del río y con rangos medios de DQO. No obstante, en el eje negativo del mismo componente se encuentran las variables ambientales (conductividad eléctrica, OD sat., velocidad del agua, turbidez, profundidad y DBO_5) y los taxones (Baetidae, Mesoveliidae, Physidae, Ampullariidae y Elmidae), en el cual existe una relación ya que los 5 taxones tienden a una mayor afinidad a las condiciones de OD sat. sea normal, a un pH estable, a que su velocidad del agua sea mediana-rápida, su turbidez sea altos niveles, a pesar de que su profundidad es baja y un rango medio DBO_5 .

En lo que respecta a las variables elevación y SDT y los taxones (Chironomidae, Vespidae, Hyalellidae y Dolichopodidae) que se agrupan en el eje positivo del componente 2 (25,95%), es decir que los 4 taxones se relacionan u optan por lugares que tengan un rango medio de SDT y con una elevación estándar para este tipo de subcuencas. Además, la temperatura, el FT y los taxones (Glossiphoniidae y Tubificidae) se agrupan en el extremo del eje negativo del mismo componente, ya que los 2 taxones pueden soportar microhábitats con temperaturas altas y un rango medio-bajo de FT.

En el eje X la similitud que existió entre las variables ambientales y taxones o Familias con un valor de 28,85% de varianza, por lo tanto, la variable más cercana a este eje será NO_3 , en el caso del eje negativo el taxon Dolichopodidae es la representativa. Mientras que el eje Y positiva la variable DQO es la más cercana al eje con un valor de 25,95% de varianza, sin embargo, en el eje de la parte negativa la familia Tubificidae son los más representativos.

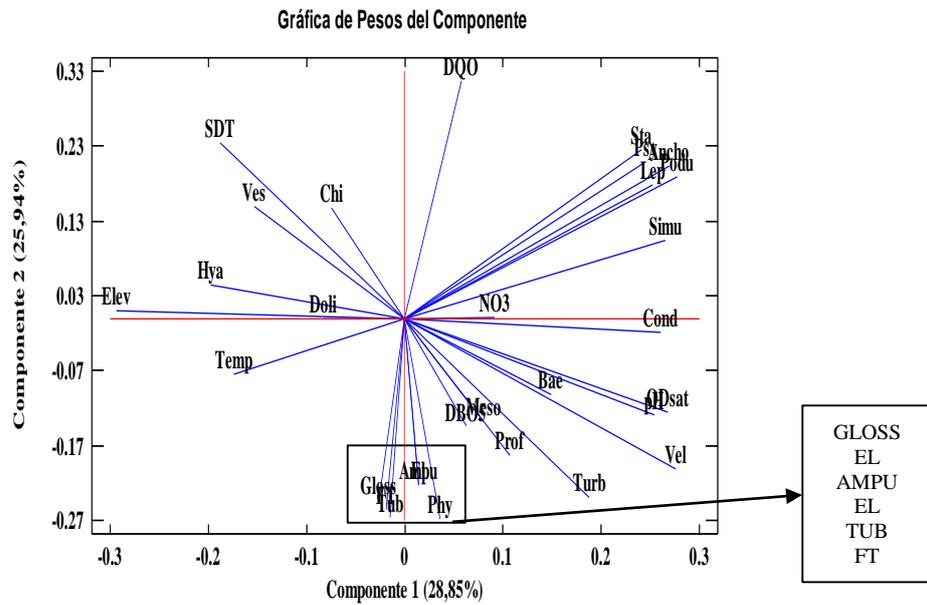


Figura 7. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los individuos y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época seca.

4.2.2 Temporada lluviosa

De igual manera la metodología se aplicó para la temporada lluviosa donde se observa en la Figura 8 el diagrama de ACP, donde se trabajó con 3 componentes principales de modo que explica que existió una similitud del 81,51% acumulativa entre los 3 componentes, el eje del componente 1 (36,07%) está conformado por los GFA quien separa de las variables ambientales. De modo que las líneas azules representan las variables fisicoquímicas, hidromofológicas y GFA que se examinó la relación que existió entre ellas.

Es decir que las variables FT, DBO₅, profundidad, turbidez y pH se encuentran en el eje positivo del componente 1, indicando que estas 5 variables ambientales se relacionan entre ellas sin ningún GFA, ya que es probable que ciertos organismos con hábitos alimenticios no tengan afinidad a rangos de FT medio bajo, DBO₅ medio, un pH normal y una turbidez alta esto debido a sucesos de derrumbes que existieron en ciertos sectores que alteraron sus valores, a pesar de que sus profundidades son bajas. Mientras tanto en el eje negativo del mismo componente se encuentra las variables ambientales (velocidad del agua, OD sat., conductividad eléctrica, ancho y NO₃) y los GF (depredadores) indicando una relación, de éste GFA tuvo una preferencia a microhábitats con aguas semirápidas, en el cual NO₃ son rangos bajos, donde el OD sat estuvo estable

para los organismos acuáticos con estos hábitos alimenticios, en el que los rangos aceptables como la conductividad eléctrica y el ancho del río no les afectan.

Las variables temperatura, elevación y colectores-recolectores, raspadores se agrupan en el eje positivo del componente 2 (25,68%) indicando que las 2 variables se relacionan con los 2 GFA, es decir que los GFA prefieren a temperaturas altas y una elevación estándar. Por otra parte, las variables ambientales (SDT y DQO) y trituradores y colectores-filtradores se relacionan, porque tienen una relación los GFA con rangos medios de las 2 variables ambientales.

El eje de las X representa la similitud que existirá entre variables ambientales y GFA con un valor de 36,07% de varianza, por lo cual la variable más cercana o representativa para el eje x positivo será la velocidad del agua, en el caso del eje x negativo el GFA representativo son los raspadores. Mientras que en el eje Y positiva los FT son los más cercanos al eje teniendo un valor de 25,68% de varianza, sin embargo, en el eje Y negativa los colectores-recolectores son los representativos de este.

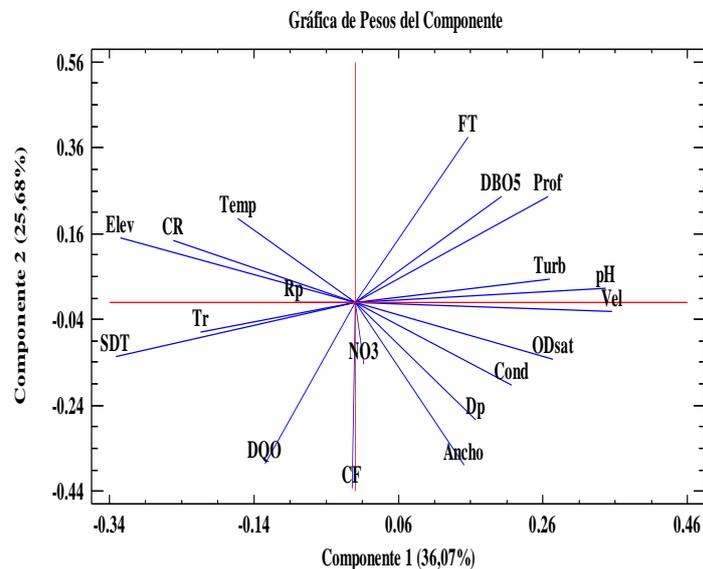


Figura 8. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los GFA y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época lluviosa.

En la Figura 9 representa un ACP, trabajando con 3 componentes principales en el que se explica que existió una similitud del 74,25% acumulativa de estos componentes, el eje del componente 1 (39,15%) está conformado por los taxones de los

macroinvertebrados quien separa de las variables ambientales. Por lo tanto, las líneas azules representan las variables ambientales (físicoquímicas, hidromorfológicas) y los taxones (familias u orden de los macroinvertebrados) para el análisis de la relación que existen entre ellas de los datos del río Ambi.

Tal es el caso que las variables FT, NO₃, turbidez, profundidad, DBO₅, velocidad del agua y los taxones Simuliidae y Physidae se encuentran en el eje positivo del componente 1, mostrando que los 2 taxones se relacionaron con rangos medio bajos de FT, un rango de NO₃ bajo, la turbidez alta a pesar de su profundidad baja, siendo que las aguas son semi-rápidas y finalmente con rango del DBO₅ medio. No obstante, en el eje negativo del mismo componente se encuentra las variables ambientales (OD sat., pH, conductividad eléctrica, turbidez y ancho) y los taxones (Ampullariidae, Glossiphoniidae, Baetidae, Limoniidae y Elmidae), en el cual existe una relación ya que los 5 taxones tienden a una mayor afinidad a las condiciones de OD sat. sea normal, a un pH estable, la conductividad eléctrica estable, una turbidez de rango alto nivel y el rango del ancho del río es promedio estándar.

En lo que respecta a las variables temperatura y elevación y el taxon (Poduridae) se agrupan en el eje positivo del componente 2 (20,53 %), es decir que el taxon se relaciona u optan por lugares que tengan una temperatura alta, una elevación estándar para el río Ambi. Además, la SDT y DQO, con los taxones (Lepidoptera, Chironomidae, Psychodidae, Veliidae, Vespidae, Dytiscidae, Hyalellidae, Sphaeriidae) se agrupan en el extremo del eje negativo del mismo componente, ya que los 8 taxones pueden soportar microhábitats con rangos medios o estables de SDT y DQO según el río Ambi.

En el eje X la similitud que existió entre las variables ambientales y taxones o Familias con un valor de 39,15% de varianza, por lo tanto, la variable más cercana a este eje será OD sat., en el caso del eje negativo la familia representativa es Chironomidae. Mientras que el eje Y positiva la familia Poduridae es la más cercana al eje con un valor de 20,53% de varianza, sin embargo, en el eje de la parte negativa la familia Elmidae es el más representativos.

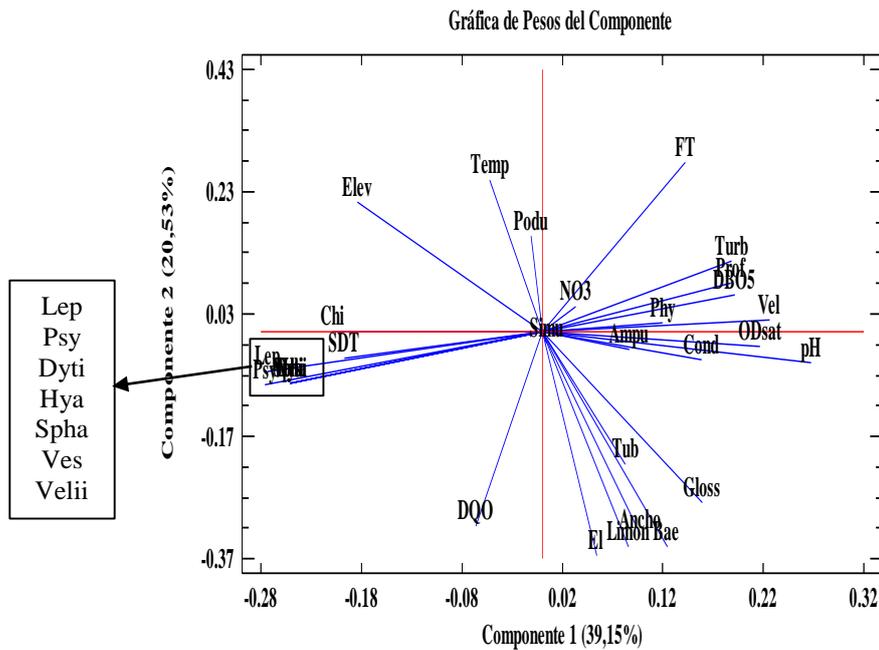


Figura 9. Diagrama de Análisis de Componentes Principales (ACP) en los individuos y variables fisicoquímicas del río Ambi en la época lluviosa.

En definitiva la relación que tienen ciertas familias de macroinvertebrados y las variables ambientales tienen correlaciones tomando en cuenta los valores que se presenta en las diferentes temporadas, en el estudio de Rivera-Usme et al. (2013), encontraron que la familia Glossiphoniidae tuvo correlación positiva con los nitratos, mientras que en este estudio del río Ambi tiene una correlación negativa en las dos épocas, esto se debe a que los autores registraron altos valores de la variable. Además, en este estudio se observa que en las dos temporadas las variables de pH, conductividad eléctrica son las variables que pueden influir en las familias de macroinvertebrados y los GFA, coincidiendo con el estudio de Morelli & Verdi (2014), obteniendo correlaciones positivas.

4.3 Evaluación de los grupos alimenticios y los índices de calidad biológica en el río Ambi.

4.3.1 Índices de calidad Biológica

La calidad del agua en base al BMWP/Col estuvo en un rango entre 2 y 48 por ello es el valor mayor de la calidad biológica del río Ambi a nivel espacio temporal (Tabla 14), en el punto 1 (2 349 msnm) sitio donde se origina el río Ambi se encuentra el rango más alto (calidad dudosa), al igual que coincide con una alta riqueza y abundancia aceptable en la temporada lluviosa. Mientras que en la temporada seca todos los sitios de muestreo se encontraron la calidad biológica del río en crítica (17-30) en los puntos

2,4,5,6,7. A diferencia de la temporada lluviosa los puntos 3,5 y 7 se observa que estuvieron en un rango crítico de la calidad biológica del río y los puntos 2,4 y 5 cambiaron su rango de calidad a muy crítica (6-9), cuando se presenta rangos de “crítica” y “muy crítica” esto se debe a que los afluentes están influenciados por aguas residuales por el impacto del crecimiento urbano sobre los cuerpos de agua (Rosado et al., 2017).

Tabla 14. Comparación de valores y calidad del agua en espacio temporal del índice BMWP/Col

Puntos de muestreo	BMWP/Col			
	Temporada seca	Calidad	Temporada lluviosa	Calidad
1	2	Muy crítica	48	Dudosa
2	17	Crítica	6	Muy crítica
3	13	Muy crítica	31	Crítica
4	30	Crítica	9	Muy crítica
5	21	Crítica	6	Muy crítica
6	22	Crítica	17	Crítica
7	24	Crítica	30	Crítica

En la Figura 10 se observa un cambio de rangos en ciertos puntos, por la causa de la temporada en la que se muestreo, por ejemplo, la temporada lluviosa favoreció al Punto 1 aumentando su rango muy notable, pero este no es el caso en los puntos 2, 4 y 5, su mejora no fue relativa pasando de un rango crítico a muy crítico. En comparación con el estudio de González et al. (2013), se considera que el cambio de tiempo afecta a la calidad biológica del agua, de igual manera una estación de muestreo obtuvieron calidad dudosa por una cierta variedad de taxonomía, señalando que la riqueza de taxones mejora la calidad del agua y no la abundancia de las familias.

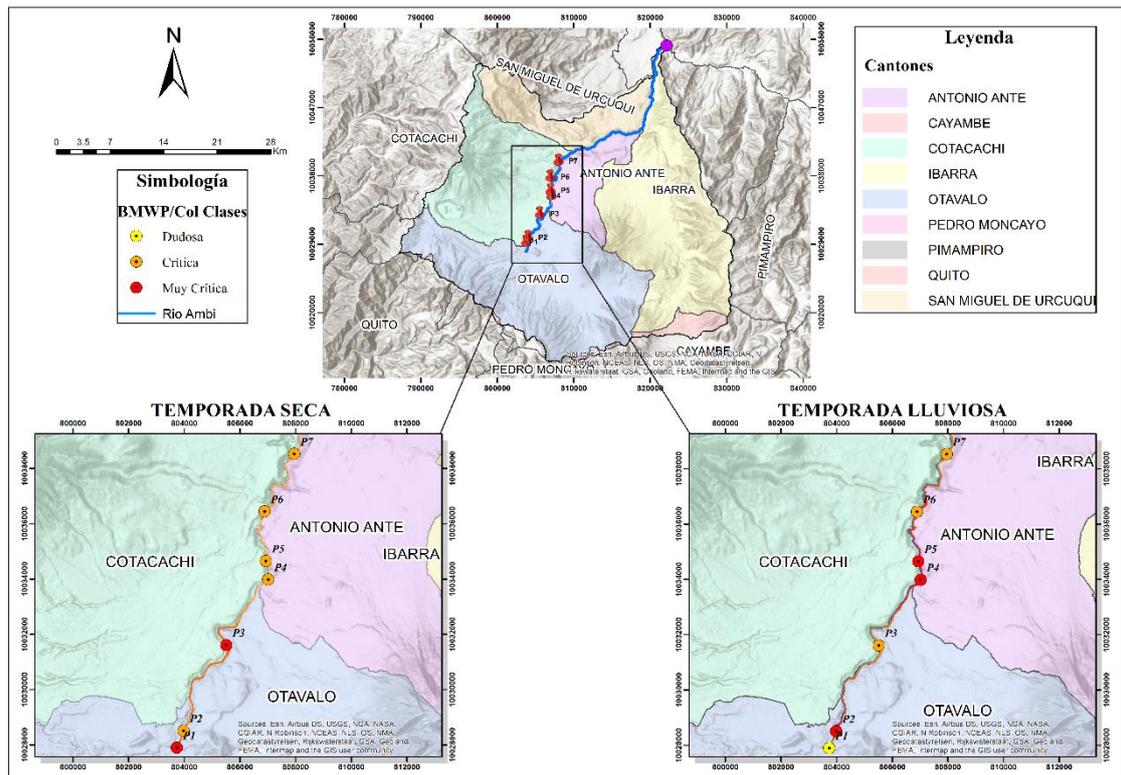


Figura 10. Comparación de los valores del Índice BMWP/Col

En la Figura 11 se determina que la calidad ecológica en la temporada seca los puntos 2, 5 y 6 están en un rango de calidad moderada mientras que los puntos 3, 4, y 7 estuvo en un rango de calidad mala. Por el contrario, en la temporada lluviosa los puntos 1 y 7 han sido influenciados por el clima ya que llegaron a un rango de calidad ecológica buena, de igual manera el punto 3 mejoró su rango (moderado), pero los puntos 2 y 5 bajaron su rango (mala), finalmente los puntos 4 y 6 mantuvieron su rango. Además, con esto podemos identificar si los parámetros hidromofológicas influenciaron en la calidad del agua, de igual manera con la biodiversidad de los macroinvertebrados de hecho, en el primer punto en la temporada seca se observó que la calidad ecológica estuvo afectada por presencia de basura y escombros, las plantaciones de eucalipto (una especie) aporta muy poco a la calidad ecológica y elementos de heterogeneidad son escasos en el sector.

Tabla 15 Comparación de la calidad ecológica espacio temporal

Puntos de muestreo	Calidad Ecológica	
	Temporada seca	Temporada lluviosa
1	Pésima	Buena
2	Moderada	Mala
3	Mala	Moderada
4	Mala	Mala
5	Moderada	Mala
6	Moderada	Moderada
7	Mala	Buena

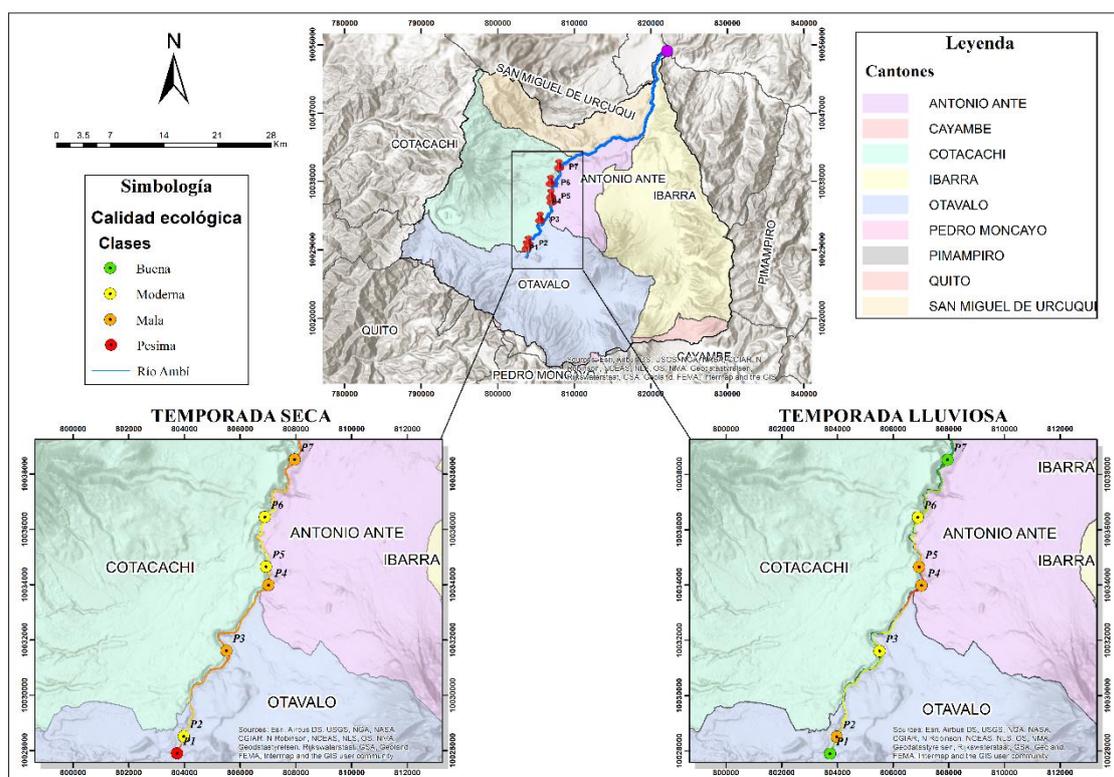


Figura 11. Comparación de los valores de la Calidad biológica y ecológica espacio temporal en base al índice ABI

La calidad de agua en base al índice ABI se obtuvo el resultado de un rango de 2 a 30 (Tabla 12), dentro del área de estudio en comparación a nivel espacio temporal el punto 7 con el puntaje más alto a pesar de tener una mala calidad, obteniendo el segundo puesto con la riqueza en la temporada lluviosa. De lo contrario en la temporada seca cada uno de los puntos de muestreo su rango de calidad del agua es mala (2-22). Del mismo modo todos los resultados para la comparación espacio temporal se observa en la Figura 19. Es probable que la calidad del agua podría cambiar si existiera otros taxones de los que se encontraron en este estudio por ejemplo en el estudio de García & Pereira (2003),

asegura que los órdenes Odonata, Ephemeroptera y Tricoptera son importantes ya que indica que son indicadores de buena calidad de agua. Donde podemos aceptar su conclusión porque el estudio presento muy baja presencia, en ciertos puntos no hubo presencia y su calidad de agua es mala.

Tabla 16. Comparación de valores y calidad del agua en espacio temporal del índice ABI

Puntos de muestreo	ABI			
	Temporada seca	Calidad	Temporada lluviosa	Calidad
1	2	Malo	25	Malo
2	19	Malo	9	Malo
3	10	Malo	18	Malo
4	22	Malo	9	Malo
5	11	Malo	6	Malo
6	19	Malo	13	Malo
7	18	Malo	30	Malo

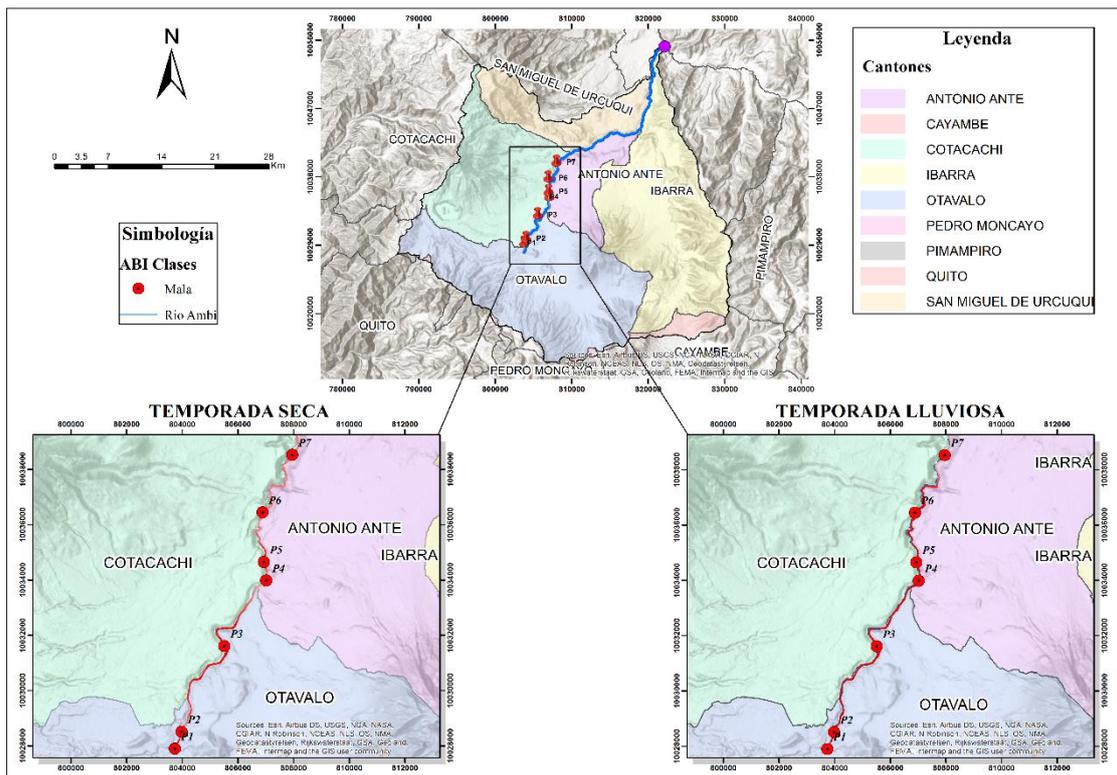


Figura 12. Comparación de los valores del Índice ABI espacio temporal.

Por último, el índice AAMBI ayudó a evaluar la integridad ecológica que estuvo el río Ambi en base a nivel espacio temporal (Tabla 17), obteniendo un rango de 2 a 30 siendo una integridad ecológica mala. El índice nos indica que el punto 7 tiene el mayor rango considerando que su riqueza es considerable en la temporada lluviosa. Mientras

que el valor mínimo de la integridad ecológica lo tiene el punto 1, coincidiendo con su riqueza y abundancia siendo muy mala.

Tabla 17. Comparación de los puntajes y la integridad ecológica en espacio temporal según el índice AAMBI

Puntos de muestreo	AAMBI			
	Temporada seca	Integridad ecológica	Temporada lluviosa	Integridad ecológica
P1	2	Malo	25	Malo
P2	20	Malo	9	Malo
P3	11	Malo	22	Malo
P4	28	Malo	9	Malo
P5	19	Malo	6	Malo
P6	25	Malo	13	Malo
P7	19	Malo	30	Malo

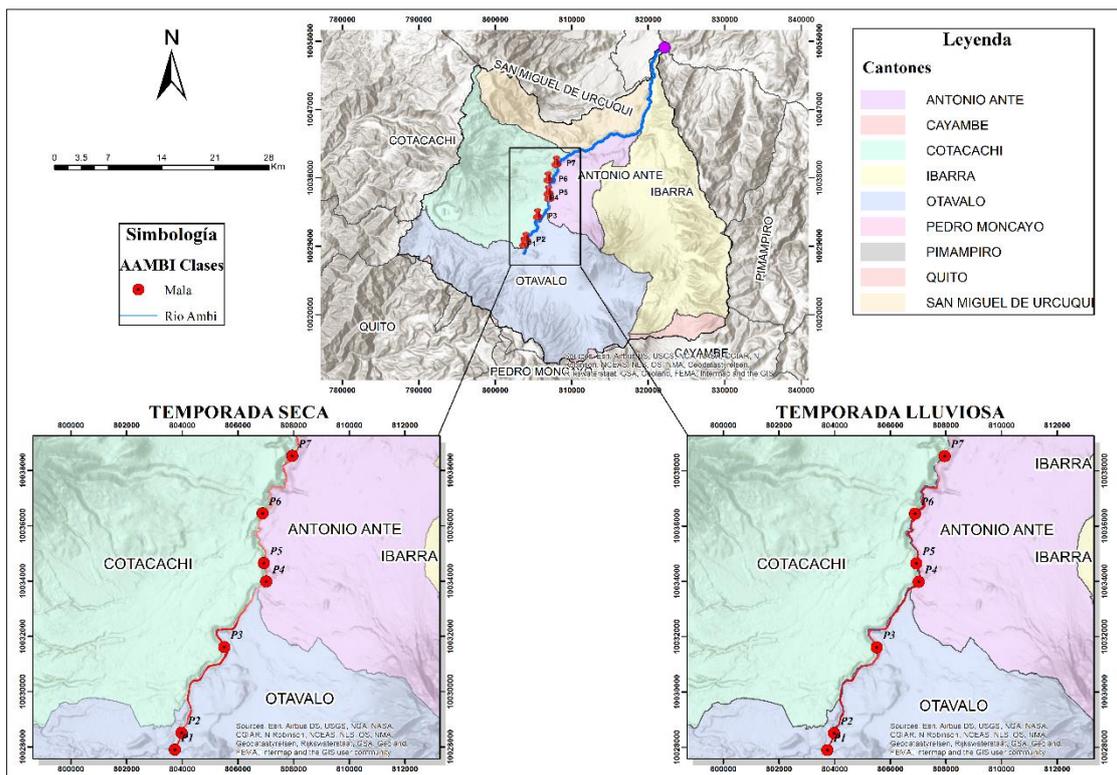


Figura 13. Comparación de los valores del Índice AAMBI espacio temporal

4.3.2 Grupos de alimentación

4.3.2.1 Temporada seca

En la temporada seca se contabilizó 2 456 individuos que tuvieron grupos funcionales de alimentación (GFA) identificados en las zonas de muestreo, por lo que en la Figura 14 indica que los 3 GFA identificados y basados en la calidad de agua se muestran la proporción relativa de los grupos funcionales de alimentación confirman que la presencia relativa de colectores-recolectores aumenta a medida que la calidad del agua disminuye del 97 % (mala calidad) a 99% (muy mala calidad) siendo muy dominantes. Asimismo, que la disminución de trituradores, raspadores y depredadores la calidad del agua va de 1% (mala calidad) al 0% (muy mala calidad) en los tres grupos alimenticios a pesar de que los depredadores son quien se mantiene en la misma tendencia, todos estos grupos funcionales están presentes en mala y muy mala calidad del agua en todos los puntos de muestreo indicó que no existe una abundancia y existe ciertas perturbaciones que detienen el crecimiento de los individuos con estos grupos alimenticios.

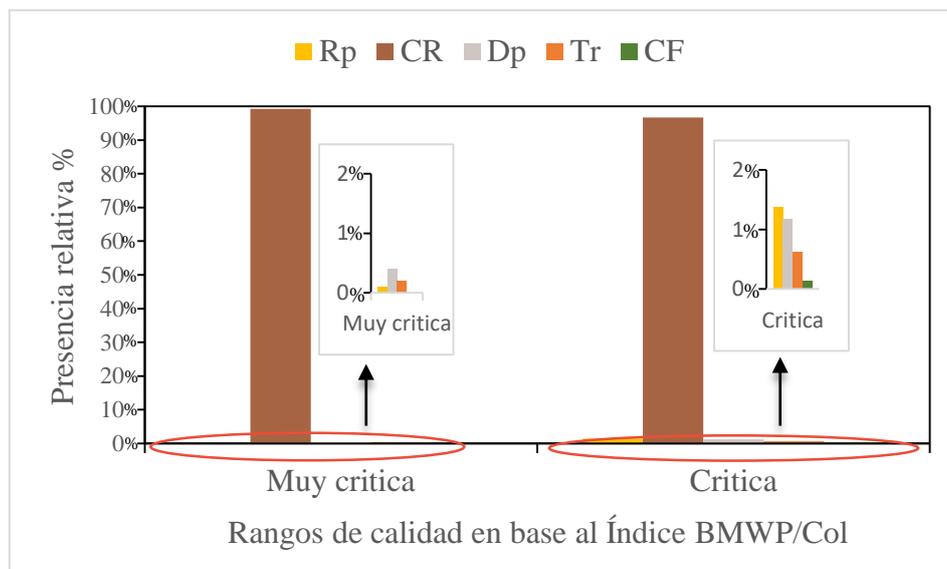


Figura 14. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua BMWP/Col.

Nota: CF, Tr, Rp, Dp y CR, se refiere a los colectores-filtradores, trituradores, raspadores, depredadores y colectores-recolectores

Sin embargo, en la Figura 15 se observa que GFA en base al índice ABI existe solo un tipo de categoría de calidad del agua siendo muy mala, ya que colectores-recolectores tiene una presencia relativa de un 98% donde el 2% sobrante lo representa depredadores y raspadores. Es probable que la disminución de la diversidad de GFA se

deba a ciertos contaminantes (MO y fertilizantes agrícolas) que se encuentran alrededor del río Ambi.

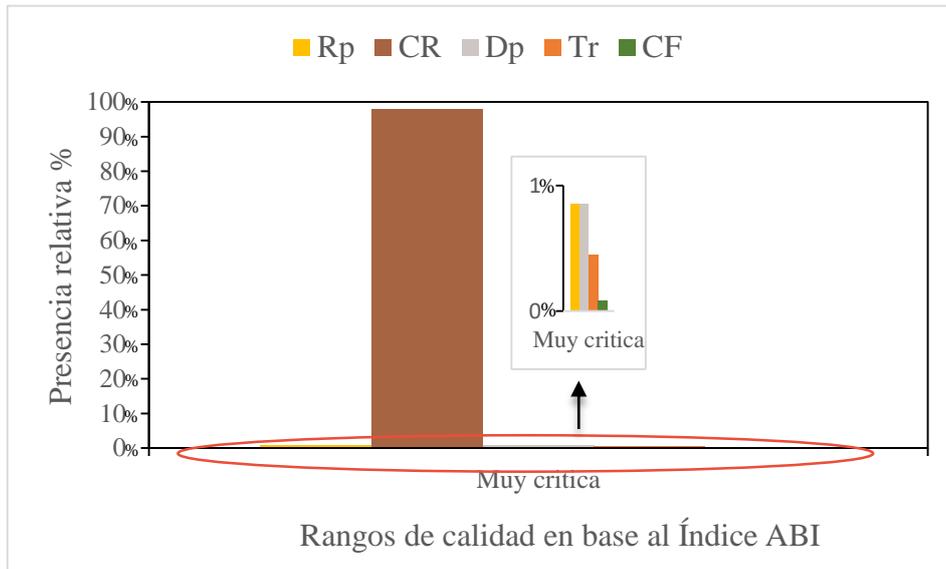


Figura 15. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua ABI

Al mismo tiempo los GFA en base al índice AAMBI (Figura 16), existe una dominancia de colectores-recolectores (98%) en todos los puntos de muestreo en el río Ambi, seguido por los depredadores y raspadores, siendo que existe un factor que altera la ecología integral y la riqueza de los grupos funcionales en la temporada seca, es decir la parte alta del río están en un rango de muy mala calidad.

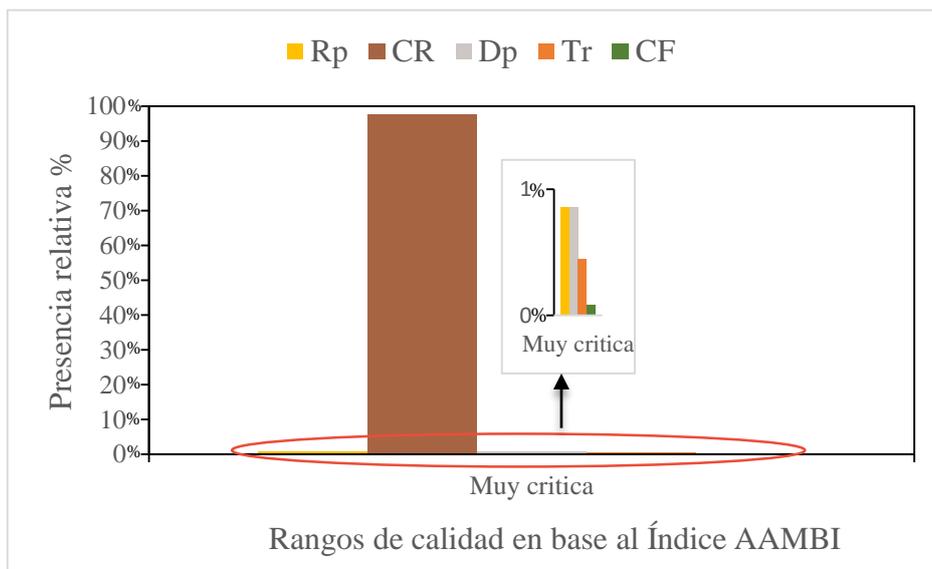


Figura 16. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua AAMBI

Sin embargo, en la Figura 17 se observa que existió una mayor diversidad de GFA en la parte alta (P4) del río donde se relaciona con la categoría de calidad biológica del agua crítica del índice BMWP/Col, además en los puntos 2, 4 y 7 hubo picos de que la calidad biológica del agua crítica. En el punto 4 presento con una abundancia de 507 individuos con los 5 GFA y mayor riqueza (10 taxones) de los cuales tenemos Rp (0,20%), CR (98,03%), Dp (0,39%), Tr (1,18%) y CF (0,20%), lo que esto se asocia entre más alta la diversidad de GFA la calidad biológica del agua será de mejor calidad.

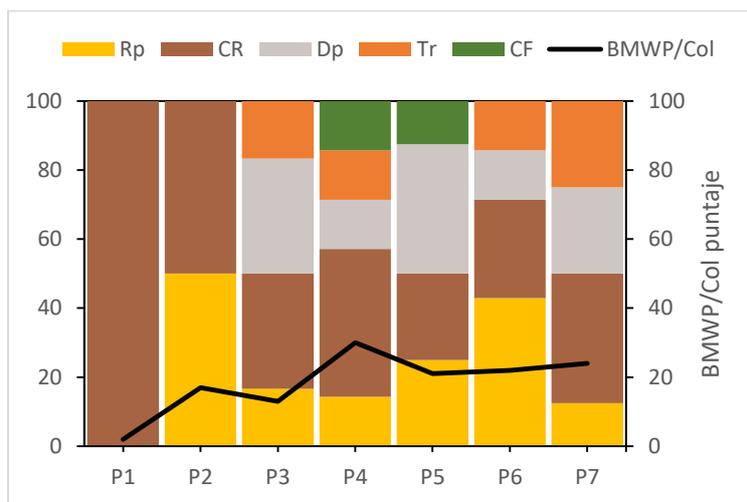


Figura 17. Composición de los grupos funcionales de alimentación de la parte alta del río Ambi.

Nota: CF, Tr, Rp, Dp y CR, se refiere a los colectores-filtradores, trituradores, raspadores, depredadores y colectores-recolectores

4.3.2.2 Temporada lluviosa

En la temporada lluviosa se contabilizó 2 363 individuos que tuvieron GFA en los 7 puntos de muestreo, por lo tanto se observa en la Figura 18 los 3 GFA en base al índice BMWP/Col se obtuvo 3 categorías (muy crítica, crítica y dudoso) e incrementa su abundancia relativa en comparación con la temporada seca, esto se debe a que los ambientes tiene mayor heterogeneidad, afirmando Arias-Ortega et al. (2015) que existe mayor variedad de microhábitats por la que se presentan más riqueza de especies y la diversidad de vegetación. La calidad muy crítica se encuentra en el punto 2, 4 y 5 la presencia de colectora-recolectores está representada por el 98%. En el caso de calidad crítica en los puntos 3, 6 y 7 los colectores-recolectores disminuyeron a un 96%, ya que los depredadores aumentaron en un 2% más relevante. En la última categoría se obtuvo la calidad dudosa presente en el punto 1 con una abundancia de 414 individuos de los cuales representan el 91% de colectores-recolectores, de tal forma que aumenta los

trituradores (1%), mientras que los raspadores, depredadores disminuyeron (0%) indicando que los trituradores son GFA son indicadores de un mejoramiento de la calidad del agua.

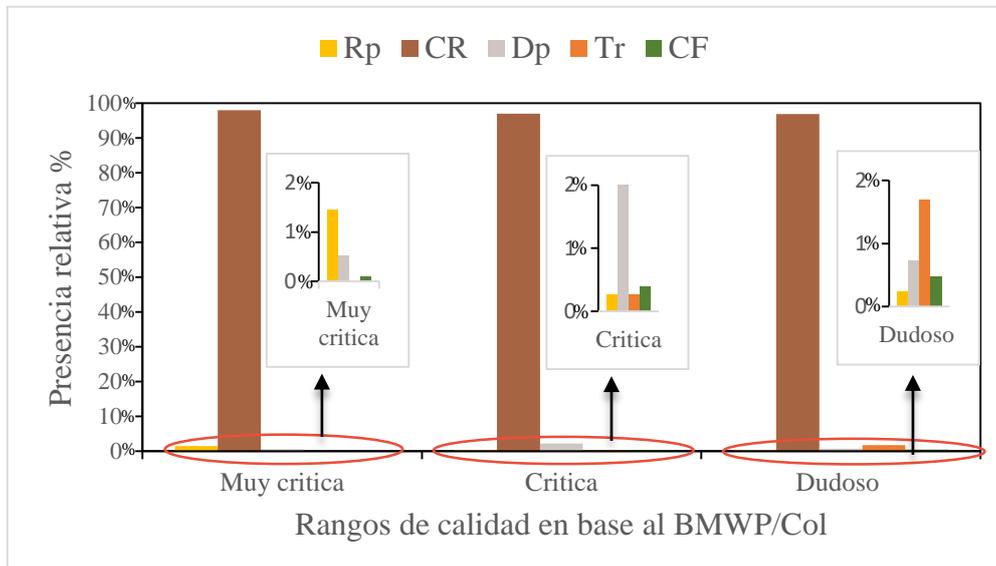


Figura 18. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua BMWP/Col

Mientras que en los GFA en base al índice ABI (Figura 19), existe la presencia de colectores-recolectores a un 96%, 1% depredadores y 1% de raspadores que recalzó la abundancia relativa de los 7 puntos de muestreo con el resultado de una categoría muy mala calidad, siendo su riqueza muy pobre, reduciendo la probabilidad de que el rio mejore a excelente.

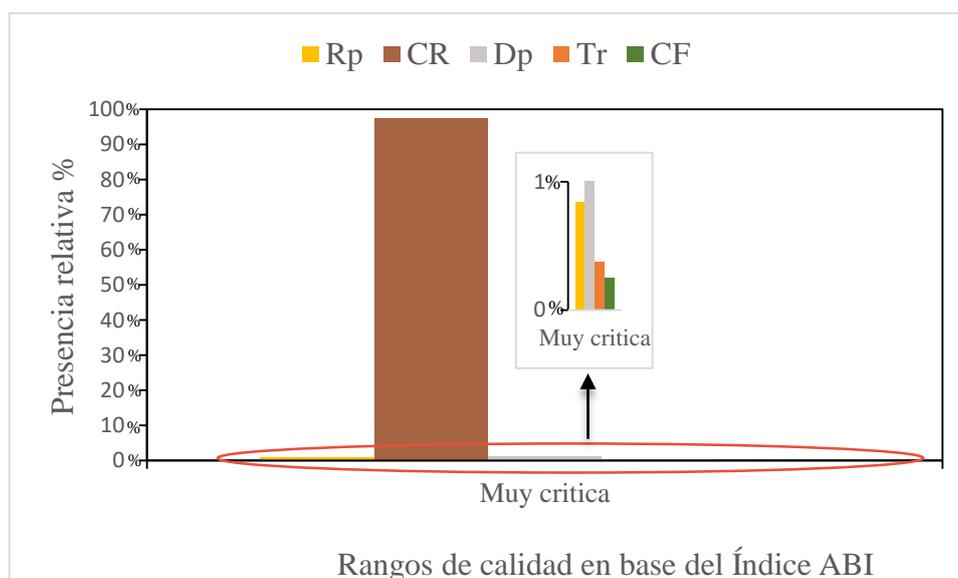


Figura 19. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua ABI

De modo similar el índice AAMBI se obtuvo una categoría en todos los 7 puntos que es de muy mala calidad (Figura 20), con alta abundancia relativa de colectores-recolectores al 96%, seguidamente de los depredadores con un 1.10% y raspadores con 0.85%, restante son de trituradores y colectores filtradores siendo su riqueza muy poca, así mismo disminuye su calidad biológica y ecológica.

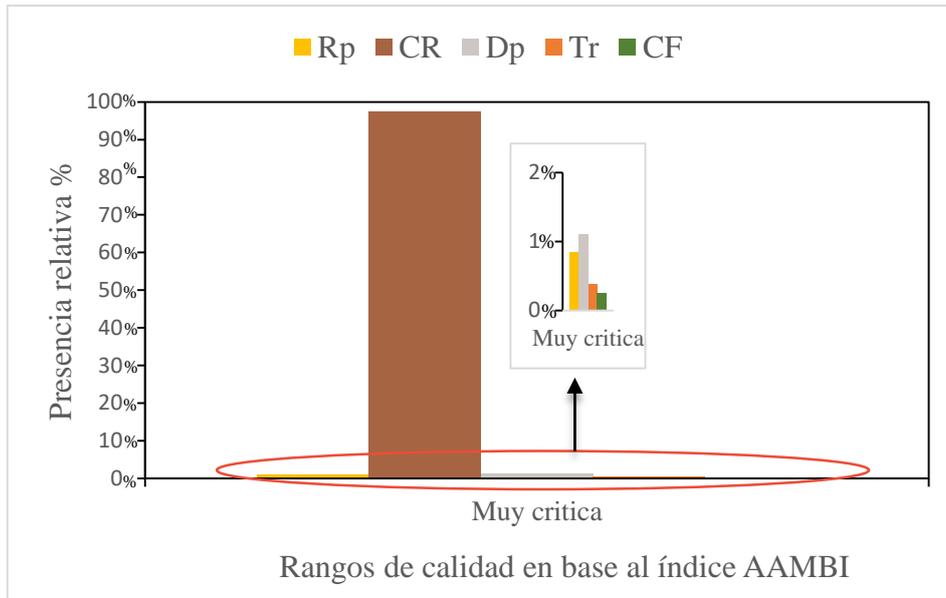


Figura 20. Abundancia relativa de los grupos de alimentación en base a las clases de calidad del agua AAMBI

De otro modo en la Figura 21 indica que existió una mayor diversidad de GFA en la parte alta (P1) del río donde se relaciona con la categoría de calidad biológica del agua dudosa del índice BMWP/Col, además en los puntos 3 y 7 tenemos un pico de que la calidad biológica del agua crítica. En el punto 1 presento con una abundancia de 422 individuos 18 taxones de los cuales tenemos Rp (6,28%), CR (90,82%), Dp (0,72%), Tr (1,69%) y CF (0,48%), lo que esto se asocia entre más alta la diversidad de GFA la calidad biológica del agua será de mejor calidad.

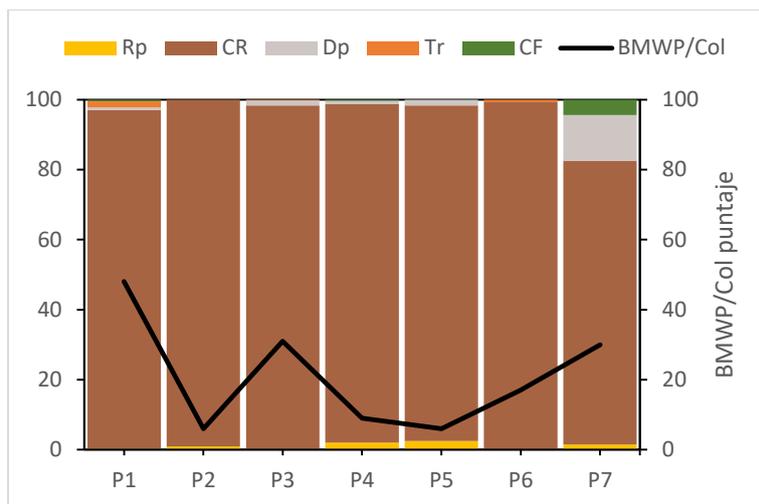


Figura 21. Composición de los grupos funcionales de alimentación por los puntos de muestreo.

En comparación con el estudio de Pavé & Marchese (2005) se demuestra que ríos con contaminación por aguas residuales domesticas los grupos funcionales que más predominan son los colectores-recolectores, por la presencia de materia orgánica. Además, Moya et al. (2009) señala que la conservación de la diversidad de los taxones de los macroinvertebrados a un futuro se puede ver comprometida por el cambio climático.

Como resultado la agrupación de los índices de calidad de agua y biológicos de las dos temporadas (Figura 22) existe una correlación positiva de alta intensidad ($r=0,738$; $r= 0,736$) de los índices bióticos (AMBI, AAMBI) en base al BMWP/Col mientras que WQI (ICA) tiene una correlación negativa de muy baja intensidad ($r=0,05$) en base al puntaje del índice BMWP/Col, entre todos los índices existe una correlación estadísticamente significativa.

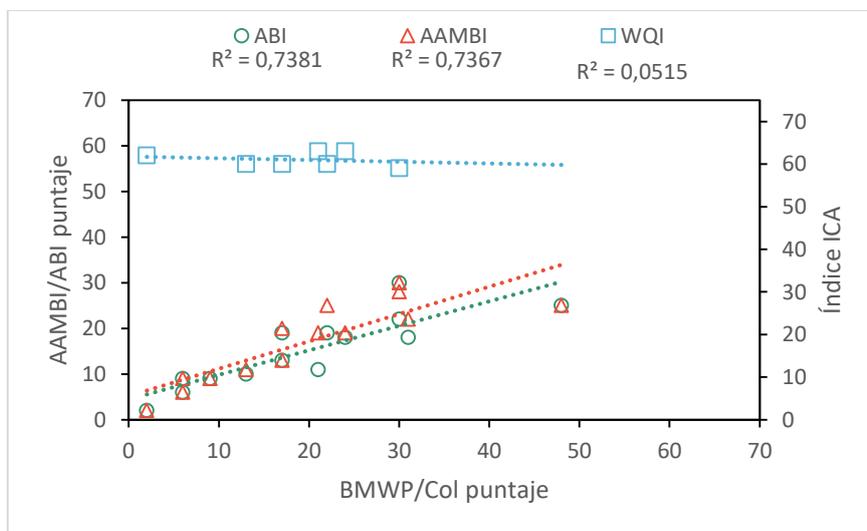


Figura 22. Correlación de los índices AMBI, AAMBI e ICA en base al índice BMWP/Col

Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

Los macroinvertebrados acuáticos del río Ambi presentaron variación taxonómica espacio temporal que corresponde a temporada seca con la mayor abundancia y lluviosa siendo esta época con mayor riqueza con 22 familias identificada. De igual manera la variación espacio temporal de los grupos funcionales de alimentación correspondiente en la temporada seca tuvo mayor abundancia, y la temporada lluviosa tuvo 93 individuos menos, mientras que su riqueza su variación en las dos temporadas fueron de 24. Concluyendo que las variables ambientales tuvieron una influencia en la variación espacio temporal de la biodiversidad y GFA con la presencia de taxones dominantes.

Las 17 variables ambientales del análisis del río Ambi, tuvieron una influencia en ciertos grupos de Grupos Funcionales de Alimentación en espacio temporal esto correspondiendo a la temporada seca en un grado del 24,8% de un 79,28% total indicando que los GFA se llegan adaptar, mientras que en esta temporada se define que estos factores abióticos también influyeron en un 25,95% de un 71,38 % total a los taxones de los macroinvertebrados, dando a conocer que ciertas familias se relacionan con parámetros o tienden a ser más tolerantes. En el caso de la temporada lluviosa los GFA fueron influenciados en un 25,68% de un 81,51% total, además que a la comunidad de macroinvertebrados de esa temporada las variables ambientales influyeron un 20,53% de un 74,25% total. Por tal motivo el rango que influyen las variables ambientales es importantes para el desarrollo de los microhábitats de los macroinvertebrados acuáticos y sus GFA.

En la parte alta del río Ambi se obtuvo 5 grupos funcionales los cuales son, colectores-recolectores siendo los más dominantes, depredadores, raspadores, trituradores y colectores-filtradores, la poca diversidad de los GFA indica que un contaminante de materia orgánica son los más predominantes ya que la subcuenca del río Ambi es vulnerable a altas descargas de aguas residuales domésticas e industriales. Además, esto podemos ver reflejado en los rangos de los índices que la calidad biológica está en un deterioro a espacio temporal.

Esto nos indica que ciertos lugares existen un exceso de presencia de variables fisicoquímicas o muy poca, entre más sea diversidad de la calidad biológica del agua estaría en un rango excelente y las funciones del río Ambi son eficientes para el aprovechamiento del agua. De igual manera esto se ve reflejado en los índices biológicos (BMWP/Col, ABI Y AAMBI) que el rango de calidad biológica es muy crítico.

5.2 Recomendaciones

Se recomienda aumentar el tiempo de muestreo de los macroinvertebrados por los índices ABI y AAMBI al ser índices con más demanda de abundancia y riqueza de taxones, tienen una valoración más estricta para definir la calidad de agua.

Desarrollar más puntos de muestreo en la zona media y baja del río Ambi y sectores de nacientes de los ríos que originan al río Ambi para crear una base de datos y conseguir un monitoreo de la calidad del agua en una línea de tiempo y de esta manera tener un control del río para que entidades gubernamentales implementen medidas reguladoras de tal forma poder crear un plan de manejo de las aguas dulces.

Evaluar a profundidad las variables hidromorfológicas mediante la utilización de diversos índices, para analizar la relación que tiene con los macroinvertebrados y demás variables fisicoquímicas, para identificar el porcentaje de afectación que puede existir entre ellos y así municipios, consejos provinciales etc., puedan tomar acciones conjuntas para mejorar la calidad del río.

Referencias

- Abarca, H. (2007). El uso de macroinvertebrados como. *Revista Biocenosis*, 20, 10.
- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 35–64. <https://doi.org/10.23818/limn.28.04>
- Alarcón I., (2019, agosto 17). *Aguas servidas, un riesgo para los ríos del país*. El Comercio. <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/aguas-servidas-riesgo-rios-ecuador.html>
- Almeida, L. (2014). *Una revisión de la evaluación de la calidad del agua de los ríos de la provincia de Imbabura*. [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica Particular de Loja]. Repositorio – Universidad Técnica Particular de Loja.
- Alvarado, J. J., & Aguilar, J. F. (2009). Batimetría, salinidad, temperatura y oxígeno disuelto en aguas del Parque Nacional Marino Ballena, Pacífico, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 57(SUPPL. 1), 19–29.
- Alvarez, A., Panta, E. R., Reyes, F. G., José, J., Cabañero, A., Acosta, E. H., Ayala, C. R., Saenz, E. M., Salcedo, F. P., Nicolas, E. N., & Sosa, E. S. (2006). Índice de calidad del agua en la cuenca del río Amajac, Hidalgo, México: Diagnóstico y Predicción. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 72–83.
- Ayala, G. (2008). *Grupos funcionales del fitoplancton y estado trófico del sistema lagunar Topolobampo-Qhuira-Santa María*. [Tesis de Posgrado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio – Instituto Politécnico Nacional.
- Antunes, A. P., Fewster, R. M., Venticinque, E. M., Peres, C. A., Levi, T., Rohe, F., & Shepard, G. H. (2016). Empty forest or empty rivers? A century of commercial hunting in Amazonia. *Science Advances*, 2(10). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600936>
- Arias-Ortega, P. L., Guapacha-Marulanda, K. J., & Toro-Restrepo, B. (2015). Influencia de la regeneración de plantaciones sobre la diversidad y densidad de macroinvertebrados edáficos (Caldas, Colombia). *Boletín Científico Del Centro de Museos*, 19(1), 49–64. <https://doi.org/10.17151/bccm.2015.19.1.4>
- Benez, M., Michel, E. K., & Gordillo, G. Á. (2010). Percepciones ambientales de la calidad del agua superficial en la microcuenca del río Fogótico, Chiapas. *Frontera Norte*, 22, 129–158.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73722010000100006

- Borja-Serrano, P., Ochoa-Herrera, V., Maurice, L., Morales, G., Quilumbaqui, C., Tejera, E., & Machado, A. (2020). Determination of the microbial and chemical loads in rivers from the Quito capital province of Ecuador (Pichincha)—A preliminary analysis of microbial and chemical quality of the main rivers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 1–26. <https://doi.org/10.3390/ijerph17145048>
- Boxall, A. B. A., Rudd, M. A., Brooks, B. W., Caldwell, D. J., Choi, K., Hickmann, S., Innes, E., Ostapyk, K., Staveley, J. P., Verslycke, T., Ankley, G. T., Beazley, K. F., Belanger, S. E., Berninger, J. P., Carriquiriborde, P., Coors, A., DeLeo, P. C., Dyer, S. D., Ericson, J. F., ... Van Der Kraak, G. (2012). Pharmaceuticals and personal care products in the environment: What are the big questions? *Environmental Health Perspectives*, 120(9), 1221–1229. <https://doi.org/10.1289/ehp.1104477>
- Buss, D. F., & Vitorino, A. S. (2010). Rapid Bioassessment Protocols using benthic macroinvertebrates in Brazil: Evaluation of taxonomic sufficiency. *Journal of the North American Benthological Society*, 29(2), 562–571. <https://doi.org/10.1899/09-095.1>
- Bravo, C. D., Bello, Í. P., & López, Y. M. (2016). Contaminación de agua cruda de río y potabilizada de consumo doméstico en Manta - Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 2, 171–186. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5761613>
- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., & Tozer, R. G. (1970). A-Water-Quality-Index-Do-we-dare-BROWN-R-M-1970. In *Water Sewage Works (Vol. 10, Issue 117, pp. 339–343)*. <https://idoc.pub/documents/a-water-quality-index-do-we-dare-brown-rm-1970-6ng25k6e91lv>
- Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L., & Egler, M. (2004). Substrate specificity, environmental degradation, and disturbance structuring macroinvertebrate assemblages in neotropical streams. 34 (October 2004). <https://doi.org/10.1023/B>
- Cabrera, S., Eurie Forio, M. A., Lock, K., Vandenbroucke, M., Oña, T., Gualoto, M., Goethals, P. L. M., & Der Heyden, C. Van. (2021). Variations in benthic macroinvertebrate communities and biological quality in the aguarico and coca

- river basins in the ecuadorian amazon. *Water (Switzerland)*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/w13121692>
- Capparelli, M. V., Moulatlet, G. M., Abessa, D. M. de S., Lucas-Solis, O., Rosero, B., Galarza, E., Tuba, D., Carpintero, N., Ochoa-Herrera, V., & Cipriani-Avila, I. (2020). An integrative approach to identify the impacts of multiple metal contamination sources on the Eastern Andean foothills of the Ecuadorian Amazonia. *Science of the Total Environment*, 709, 136088. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136088>
- Carlos Naranjo & Pedro Lopez. (2013). Biological Monitoring Working Party, a Biotic Index to Evaluate Water Quality in Cuban Rivers. *Ciencia En Su PC*, 2, 15–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181328708003>
- Carrera, D., Guevara, P., Tamayo, L., & Guallichico, D. (2015). Análisis multivariado de las aguas de la Subcuenca del Río Ambi en época de estiaje y su relación con la calidad desde el punto de vista agrícola. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, 3(July), 123–129.
- Celi, J. E., & Villamarín, F. (2020). Thematic Section: Opinions about Aquatic Ecology Freshwater ecosystems of Mainland Ecuador: diversity, issues, and perspectives. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 32. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Municipios_2015/Documento_Tecnico-Gestion_de_Agua_y_Alcantarillado_2015.pdf
- Cházaro-Olvera, S., Ortiz, M., Winfield, I., & Viveros-Villaseñor, B. (2021). Parámetros poblacionales de *Nototropis minikoi* y *Ampithoe longimana* (Crustacea: Amphipoda) en dos Islas del Mar Caribe mexicano. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 56(1), 1–12. <https://doi.org/10.22370/rbmo.2021.56.1.2794>
- Choque-Quispe, D., Froehner, S., Palomino-Rincón, H., Peralta-Guevara, D. E., Barboza-Palomino, G. I., Kari-Ferro, A., Zamalloa-Puma, L. M., Mojo-Quisani, A., Barboza-Palomino, E. E., Zamalloa-Puma, M. M., Martínez-Huamán, E. L., Calla-Florez, M., Aronés-Medina, E. G., Solano-Reynoso, A. M., & Choque-Quispe, Y. (2022). Proposal of a Water-Quality Index for High Andean Basins: Application to the Chumbao River, Andahuaylas, Peru. *Water (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/w14040654>
- Custodio, M., & Chanamé, F. (2016). Analysis of benthic macroinvertebrates biodiversity of Cunas River by means of environmental indicators, Junin-Peru. *Scientia Agropecuaria*, 7(1), 33–44. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.01.04>

- Damanik-Ambarita, M. N., Lock, K., Boets, P., Everaert, G., Nguyen, T. H. T., Forio, M. A. E., Musonge, P. L. S., Suhareva, N., Bennetsen, E., Landuyt, D., Dominguez-Granda, L., & Goethals, P. L. M. (2016). Ecological water quality analysis of the Guayas River basin (Ecuador) based on macroinvertebrates indices. *Limnologica*, 57, 27–59. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2016.01.001>
- Fernández Rodríguez, M., & Guardado Lacaba, R. M. (2021). Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el río Cabaña, Moa-Cuba Evaluation of Water Quality Index in Cabaña River, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37, 105–119. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1993-80122021000100105
- Figueroa, R., Valdovinos, C., Araya, E., & Parra, O. (2003). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua de ríos del sur de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 76(2), 275–285. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2003000200012>
- Flores, F. (2010). *Manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi ubicado en la Provincia de Imbabura entre las poblaciones de Atuntaqui y Otavalo, sector Cantón Cotacachi*. [Tesis de Pregrado, Universidad San Francisco]. Repositorio – Universidad San Francisco.
- GAD Provincial de Imbabura y Prefectura de Imbabura (2018). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Imbabura 2015-2035*.
- Gabriels, W., Lock, K., De Pauw, N., & Goethals, P. L. M. (2010). Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). *Limnologica*, 40(3), 199–207. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2009.10.001>
- Galarza, E., Cabrera, M., Espinosa, R., Espitia, E., Moulatlet, G. M., & Capparelli, M. V. (2021). Assessing the Quality of Amazon Aquatic Ecosystems with Multiple Lines of Evidence: The Case of the Northeast Andean Foothills of Ecuador. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 107(1), 52–61. <https://doi.org/10.1007/s00128-020-03089-0>
- Gamboa, M., Reyes, R., & Arrivillaga, J. (2008). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 48(2), 109–120.
- Gaston, K. J. (2000). Global Patterns in Biodiversity. *Nature*, 405, 220–227.

- Giacometti, J. C., & Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Boletín Técnico 6*, Serie Zoológica, 2(Appendix 1), 17–32.
- González, C., & Vallarino, A. (2014). Benthic organisms as bioindicators of oceans ecological health. In *Bioindicadores: guardianes de nuestro futuro ambiental* (pp. 173–192). http://areasnaturalesprotegidas.org/renanp/pdfs/libros/Dr_Ortiz_Bentonicos_Bioindicadores.pdf <https://www.cambridge.org/core/article/scs-volume-22cover-and-frontmatter/6DE97C2CDAEBCD55D814F810BD2B8287>
- González G., S. M., Ramírez, Y. P., Meza S., A. M., & Dias, L. G. (2012). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos y calidad de agua de quebradas abastecedoras del municipio de Manizales. *Boletín Científico Museo de Historia Natural*, 16(2), 135–148.
- González, V., Caicedo, O., & Aguirre, N. (2013). Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP Application of water quality indices NSF, DINIUS and BMWP. *Revista Gestión y Ambiente*, 16(1), 97–108.
- Grande, J. A., Jiménez, A., Borrego, J., de la Torre, M. L., & Gómez, T. (2010). Relationships Between Conductivity and pH in Channels Exposed to Acid Mine Drainage Processes: Study of a Large Mass of Data Using Classical Statistics. *Water Resources Management*, 24(15), 4579–4587. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9680-2>
- Gutiérrez, J. D., Riss, W., & Ospina, R. (2004). Bioindicación de la calidad del agua con macroinvertebrados acuáticos en la Sabana de Bogotá, utilizando redes neuronales artificiales. *Caldasia*, 26(1), 151–160.
- Hamada, N., Nessimian, J. L., & Querino, R. B. (2014). Insectos acuáticos en la Amazonia brasileña, taxonomía, biología y ecología. In *Insetos aquáticos na Amazônia brasileira: taxonomia, biologia e ecologia*.
- Hanson, P., Springer, M., & Ramirez, A. (2010). Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos (pp. 3–37).
- Hernandez-Alvarez, U., Pinedo-Hernandez, J., Paternina-Uribe, R., & Marrugo-Negrete, J. L. (2021). Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1), 1–10. <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>

- James, T., & Christopher, R. (2010). *Freshwater Invertebrates of North America* (British Li). *Elsevier*.
- Juvigny-Khenafou, N. P. D., Piggott, J. J., Atkinson, D., Zhang, Y., Macaulay, S. J., Wu, N., & Matthaei, C. D. (2021). *Impacts of multiple anthropogenic stressors on stream macroinvertebrate community composition and functional diversity*. *Ecology and Evolution*, *11*(1), 133–152. <https://doi.org/10.1002/ece3.6979>
- Lecca, R., & Lizama, R. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*, *17*(1), 11.
- Legarda, L., & Ruiz, H. (2000). Medicion De Corrientes De Agua Con Fines De Ingenieria De Regadios. In *Revista de Ciencias Agrícolas* (Vol. 17, pp. 338–354). *Revista de Ciencias Agrícolas*.
- López Rodríguez, M. I., & Palací López, D. G. (2014). Estudio multivariante de la calidad del agua: Aplicación al río Júcar en el período 1990-2013. M+A. *Revista Electrónica de Medioambiente*, *15*(1), 37–52. https://doi.org/10.5209/rev_mare.2014.v15.n1.45568
- Madera, L. C., Angulo, L. C., Díaz, L. C., & Rojano, R. (2016). *Evaluación de la Calidad del Agua en Algunos Puntos Afluentes del río Cesar (Colombia) utilizando Macroinvertebrados Acuáticos como Bioindicadores de Contaminación*. *Informacion Tecnologica*, *27*(4), 103–110. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000400011>
- Mancheno, G. y Ramos, Ch. (2015). *Evaluación de la calidad de agua en la quebrada Huarmiyacu del cantón Urcuquí, Provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo humano de las poblaciones de San Blas y Urcuqui* [Tesis de Pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio – Escuela Politécnica Nacional.
- Meneses-Campo, Y., Castro-Rebolledo, M. I., & Jaramillo-Londoño, A. M. (2019). Comparison of water quality between two andean rivers by using the BMWP/COL. and ABI. *Indices. Acta Biologica colombiana*, *24*(2), 299–310. <https://doi.org/10.15446/abc.v24n2.70716>
- Mora, G. (2017). *Elaboración del atlas solar de la cuenca del río Ambi con fines energéticos, mediante la evaluación de variables atmosféricas con aplicación de sistemas de información geográfica*. [Tesis de Posgrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio – Universidad Técnica del Norte.

- Morelli, E., & Verdi, A. (2014). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en cursos de agua dulce con vegetación ribereña nativa de Uruguay. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(4), 1160–1170. <https://doi.org/10.7550/rmb.45419>
- Motta Díaz, A. J., Longo, M., & Aranguren-Riaño, N. (2018). Variación temporal de la diversidad taxonómica y rasgos funcionales de los macroinvertebrados acuáticos en ríos temporales en la isla de Providencia, Colombia. *Actualidades Biológicas*, 39(107), 1–68. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v39n107a10>
- Moya, N., François-Marie, G., Oberdorff, T., Rosales, C., & Domínguez, E. (2009). Comparación De Las Comunidades De Macroinvertebrados Acuáticos En Ríos Intermitentes Y Permanentes Del Altiplano Boliviano: Implicaciones Para El Futuro Cambio Climático. *Ecología Aplicada*, 8(1–2), 105. <https://doi.org/10.21704/rea.v8i1-2.387>
- Naranjo, C. & Lopez, P. (2013). *Biological Monitoring Working Party, a Biotic Index to Evaluate Water Quality in Cuban Rivers*. *Ciencia En Su PC*, 2, 15–25. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181328708003>
- Navarro, K. y Monge, Y. (2021). *Evaluación de la influencia de las actividades socioeconómicas en el caudal, calidad de agua y comunidades de macroinvertebrados bentónicos en el río Maravilla, Cartago Costa Rica* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional]. Repositorio – Universidad Nacional.
- Nessimian, J. L., Dorvillé, L. F. M., Sanseverino, A. M., & Baptista, D. F. (1998). Relation between lood pulse and functional composition of the macroinvertebrate benthic fauna in the lower Río Negro, Amazonas, Barazil. 50, 35–50.
- Núñez, I., González-Gaudiano, É., & Barahona, A. (2003). La biodiversidad: Historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(7), 387-393+426.
- Oseguera, L. A., & Alcocer, J. (2016). Benthic macroinvertebrates of two tropical, high-mountain lakes at Nevado de Toluca Volcano at central region of Mexico. 26(3), 419–432.
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vázquez, G., Rivera, S., Morales, Ó., & Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Maskana*, 10(2), 76–88. <https://doi.org/10.18537/mskn.10.02.08>
- Pavé, P. J., & Marchese, M. (2005). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua en ríos urbanos (Paraná-Entre Ríos, Argentina). *Ecología Austral*, 15(2), 183–197.

- Portilla, Alfredo: "Economía ambiental y diversidad biológica", en Debate Agrario No 33. Lima: CEPES, setiembre del 2001.
- Posada, E., Mojica, D., Pino, N., Bustamante, C., & Pineda, A. M. (2013). Establecimiento de índices de calidad ambiental de ríos con bases en el comportamiento del oxígeno disuelto y de la temperatura. aplicación al caso del río Medellín, en el valle de Aburrá en Colombia. *DYNA (Colombia)*, 80(181), 192–200.
- Posada, J. A., Roldán, G. G., & Ramírez, J. J. (2000). Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad de aguas de la cuenca de la quebrada Piedras Blancas, Antioquia, Colombia. *Revista de Biología Tropical*, 48(1), 59–70.
- Quesada, F. (2019). *Estimación de caudales ambientales utilizando macroinvertebrados acuáticos: una propuesta metodológica*. [Tesis de Posgrado, Universidad de Costa Rica]. Repositorio – Universidad de Costa Rica.
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Menéndez, C. (2017). Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador [Application of the water quality index in the Portoviejo River, Ecuador]. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38(3), 41–51.
- Ramírez, A., & Gutiérrez-Fonseca, P. E. (2014). Functional feeding groups of aquatic insect families in Latin America: A critical analysis and review of existing literature. *Revista de Biología Tropical*, 62(April), 155–167. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15785>
- Rengifo, C. (2009). Guía principales órdenes de Macroinvertebrados. 6.
- Rico-Sánchez, A. E., Rodríguez-Romero, A. J., López-López, E., & Sedeño-Díaz, J. E. (2014). Patrones de variación espacial y temporal de los macroinvertebrados acuáticos en la Laguna de Tecocomulco, Hidalgo (México). *Revista de Biología Tropical*, 62(April), 81. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15780>
- Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. San Miguel de Tucuman. Argentina.
- Ríos-Touma, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). The Andean biotic index (ABI): Revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical*, 62(April), 249–273. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15791>
- Rivera-Usme, J. J., Pinilla-Agudelo, G. A., & Rangel-Ch., J. O. (2013). Assemblage of aquatic macroinvertebrates and its relationship whit physical and chemical variables in the wetland Jaboque-Colombia. *Caldasia*, 35(2), 389–408.

- Rodríguez, M. G. (1998). Demanda Bioquímica de oxígeno de efluentes con productos xenobióticos. *Ingeniería Del Agua*, 5(4), 47–54.
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Roldán, G. (2003). Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia. *Propuesta para el uso del método BMWP/Col. In Universidad de Antioquia* (p. 170 pp.).
- Rosado, Á. Y., Bolívar Yépez Yanez, Á., Juan, △, Zambrano, P. U., Morales Cabezas, D. C., Guerrero Chuez, N. M., & Tayhing, C. C. (2017). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad hídrica en áreas de descargas residuales al río Quevedo, Ecuador Aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality in areas of residual discharge to the Quevedo river, Ecuador. *Ciencias Tecn UTEQ*, 10(1), 27–34.
- Rosero, E., (2021). *Estudio multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal de la subcuenca del río Ambi, Provincia Imbabura, Ecuador*. [Tesis de Posgrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio – Universidad Técnica del Norte.
- Salusso, M. M., & Moraña, L. B. (2002). Comparación de índices bióticos utilizados en el monitoreo de dos sistemas lóticos del noroeste argentino. *Revista de Biología Tropical*, 50(1), 327–336.
- Sánchez-Vélez & García-Núñez. (1999). Artículo: ANEI-S49907 IX CONGRESO NACIONAL DE IRRIGACIÓN Simposio 4 Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas BIOMONITOREO DE RIOS EN LA GESTION DE CUENCAS; Resumen Introducción Procesos de Contaminación en Arroyos y Ríos Por la actividad agrícola y el dr. Gestion, 27–29.
- Sánchez, M., & García, D. (2018). *Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio - Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Sánchez, M., Medina, J. y Avedaño, L. y Rodriguez, N. (2018). Análisis de la calidad biológica de las fuentes hídricas estudiadas.

- Sánchez, M., Medina, L., Avedaño, L., & Guillin, N. (2018). Análisis de la Calidad Biológica de las Fuentes Hídricas Estudiadas. *In Fundación Panamericana para el desarrollo en Colombia (Vol. 0, Issue 0)*.
- Silva Poma, M. A., & Huamantínco Araujo, A. A. (2022). Microhabitat preference and trophic guilds of aquatic macroinvertebrates in high Andean rivers, Ayacucho, Peru. *Limnetica*, 41(1), 1–16. <https://doi.org/10.23818/limn.41.01>
- Springer, M. (2010). Capítulo 3. Biomonitorio acuático. *Revista de Biología Tropical*, 58(SUPPL. 4), 53–59.
- Suárez Thelma, S. (2015). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos de la calidad del agua en el Río Gil González y tributarios más importantes, Rivas, Nicaragua. *Universidad y Ciencia*, 6(9), 38–46. <https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1958>
- Suárez, V. y Vásquez, K. (2020). *Evaluación de dos macrófitos en el tratamiento de aguas residuales domésticas de la parroquia González Suárez, cantón Otavalo* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio -Universidad Técnica del Norte.
- Tomanova, S., Goitia, E., & Helešic, J. (2006). Trophic levels and functional feeding groups of macroinvertebrates in neotropical streams. *Hydrobiologia*, 556(1), 251–264. <https://doi.org/10.1007/s10750-005-1255-5>
- Tomanova, S., Moya, N., & Oberdorff, T. (2008). USING MACROINVERTEBRATE BIOLOGICAL TRAITS FOR ASSESSING BIOTIC INTEGRITY OF NEOTROPICAL STREAMS SYLVIE. *River Research and Applications*, 30(January), 132–133. <https://doi.org/10.1002/rra>
- Tomanova, S., & Usseglio-Polatera, P. (2007). Patterns of benthic community traits in neotropical streams: Relationship to mesoscale spatial variability. *Fundamental and Applied Limnology*, 170(3), 243–255. <https://doi.org/10.1127/1863-9135/2007/0170-0243>
- Torres, P., Cruz, C., Patiño, P., Escobar, J. C., & Pérez, A. (2010). Aplicación de índices de calidad de agua -ICA orientados al uso de la fuente para consumo humano Applying water quality indexes (WQI) to the use of water sources for human consumption. *Ingeniería e Investigación*, 30(2010), 86–95.
- Usme, J. J. R., Agudelo, G. P., & Pinzón, D. L. C. (2013). Macroinvertebrate trophic groups in an Andean wetland of Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 18(2), 279–292.

- Van Echelpoel, W., Forio, M. A. E., Van Butsel, J., Lock, K., Utreras, J. A. D., Dominguez-Granda, L. E., & Goethals, P. L. M. (2018). Macroinvertebrate functional feeding group structure along an impacted tropical river: The Portoviejo River (Ecuador). *Limnología*, 73(February), 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.limno.2018.10.001>
- Villamarín, C., Prat, N., & Rieradevall, M. (2014). *Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú*. Latin American Journal of Aquatic Research, 42(5), 1072–1086. <https://doi.org/10.3856/vol42-issue5-fulltext-12>
- Vizcaino, K. (2020). *Propuesta de manejo del recurso hídrico en base a la evaluación de calidad de agua del río Pioter, cantón Tulcán* [Tesis de Pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio – Universidad Técnica del Norte.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis estadístico

Anexo 1a) Correlación de las variables Ambientales y el índice BMWP/Col

	Col F	Cond	DBO5	DQO	FT	NO3	NO2	OD	ODsat	pH	SDT	Temp	Turb	Vel	Elev	Ancho	Prof	BMWP_Col
Col F	1																	
Cond	-0.5	1																
DBO5	-0.2	-0.2	1															
DQO	0.3	0.1	-0.4	1														
FT	-0.1	0.0	0.6	-0.8	1													
NO3	-0.3	0.6	-0.3	0.2	-0.2	1												
NO2	-0.4	0.8	-0.2	0.1	-0.1	1.0	1											
OD	-0.7	0.7	0.1	0.1	0.0	0.2	0.4	1										
ODsat	-0.7	0.8	0.1	0.0	0.0	0.5	0.7	0.9	1									
pH	-0.5	0.5	0.6	-0.2	0.5	-0.2	0.0	0.8	0.6	1								
SDT	0.8	-0.2	-0.6	0.6	-0.5	0.2	0.0	-0.5	-0.4	-0.7	1							
Temp	0.3	-0.1	0.1	-0.2	0.2	0.6	0.4	-0.5	-0.1	-0.5	0.3	1						
Turb	-0.9	0.5	0.3	-0.5	0.3	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	-0.7	0.2	1					
Vel	-0.9	0.7	0.3	-0.4	0.3	0.2	0.4	0.9	0.8	0.8	-0.8	-0.3	0.8	1				
Elev	0.7	-0.4	-0.4	0.0	0.0	0.1	-0.1	-0.7	-0.5	-0.7	0.7	0.7	-0.4	-0.7	1			
Ancho	-0.4	0.6	0.0	0.7	-0.5	0.4	0.5	0.6	0.5	0.3	-0.1	-0.4	0.2	0.3	-0.7	1		
Prof	-0.4	0.0	0.9	-0.6	0.8	-0.3	-0.1	0.2	0.1	0.7	-0.8	-0.1	0.4	0.5	-0.6	0.0	1	
BMWP_Col	-0.4	0.9	0.2	-0.1	0.4	0.5	0.7	0.7	0.8	0.7	-0.3	0.0	0.6	0.7	-0.3	0.3	0.2	1

Anexo 2. Análisis del ACP de cada temporada

Análisis de Componentes Principales de los GFA en Ts

Componente Número	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	7,23	38,03	38,033
2	4,71	24,78	62,815
3	3,12	16,43	79,249
4	2,36	12,41	91,663
5	0,84	4,42	96,087
6	0,74	3,91	100
7	8,58402E-16	0	100
8	4,26207E-16	0	100
9	3,66797E-16	0	100
10	3,36978E-16	0	100
11	1,59406E-16	0	100
12	1,06251E-16	0	100
13	9,85506E-17	0	100
14	0	0	100
15	0	0	100
16	0	0	100
17	0	0	100
18	0	0	100
19	0	0	100

Componentes Principales de los GFA en Ts

Fila	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	-3,93	-0,07	-0,38
2	-3,68	-0,84	1,39
3	1,63	-1,27	0,42
4	1,82	3,49	2,36
5	1,77	-0,95	-0,14
6	2,29	-2,70	-0,37
7	0,09	2,34	-3,27

Análisis de Componentes Principales de las familias en Ts

Componente Número	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	8,65	28,85	28,85
2	7,78	25,94	54,80
3	4,97	16,58	71,38
4	4,37	14,59	85,97
5	2,88	9,60	95,57
6	1,32	4,42	100
7	1,32316E-15	0	100
8	8,90045E-16	0	100
9	6,55187E-16	0	100
10	5,18985E-16	0	100
11	4,40143E-16	0	100
12	3,62724E-16	0	100
13	3,16741E-16	0	100
14	2,8215E-16	0	100
15	2,39548E-16	0	100
16	1,76686E-16	0	100
17	1,74753E-16	0	100
18	1,37605E-16	0	100
19	8,77268E-17	0	100
20	0	0	100
21	0	0	100
22	0	0	100
23	0	0	100
24	0	0	100
25	0	0	100
26	0	0	100
27	0	0	100
28	0	0	100
29	0	0	100
30	0	0	100

Componentes Principales de las familias en Ts

Fila	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	-3,00	2,63	-0,97
2	-4,06	1,59	1,65
3	0,01	-1,12	-0,93
4	1,97	-1,60	4,37
5	0,28	-3,92	-1,89
6	0,064	-1,52	-1,34
7	4,73	3,96	-0,89

Análisis de Componentes Principales de GFA en TL

Componente Número	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	6,85	36,07	36,07
2	4,88	25,68	61,76
3	3,75	19,76	81,52
4	1,68	8,86	90,38
5	1,26	6,67	97,05
6	0,56	2,94	100
7	8.10643E-16	0	100
8	7.19045E-16	0	100
9	5.28409E-16	0	100
10	2.09221E-16	0	100
11	1.31211E-16	0	100
12	1.0234E-16	0	100
13	0	0	100
14	0	0	100
15	0	0	100
16	0	0	100
17	0	0	100
18	0	0	100
19	0	0	100

Componentes Principales de GFA en TL

Fila	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	-3,65	-1,31	-1,63
2	-3,97	0,95	1,19
3	1,27	1,52	-0,97
4	1,15	-0,58	3,82
5	1,50	0,95	-0,06
6	1,70	2,53	-1,38
7	1,97	-4,08	-0,97

Análisis de Componentes Principales de las familias en TL

Componente Número	Eigenvalor	Porcentaje de Varianza	Porcentaje Acumulado
1	12,13	39,15	39,15
2	6,36	20,53	59,69
3	4,52	14,60	74,29
4	3,86	12,47	86,76
5	2,84	9,18	95,94
6	1,25	4,05	100
7	1,53517E-15	0	100
8	8,32979E-16	0	100
9	6,99077E-16	0	100
10	5,88726E-16	0	100
11	4,31176E-16	0	100
12	3,63291E-16	0	100
13	3,38539E-16	0	100
14	3,01189E-16	0	100
15	2,32743E-16	0	100
16	1,58043E-16	0	100
17	7,01418E-17	0	100
18	2,26899E-17	0	100
19	0	0	100
20	0	0	100
21	0	0	100
22	0	0	100
23	0	0	100
24	0	0	100
25	0	0	100
26	0	0	100
27	0	0	100
28	0	0	100
29	0	0	100
30	0	0	100
31	0	0	100

Componentes Principales de las familias en TL

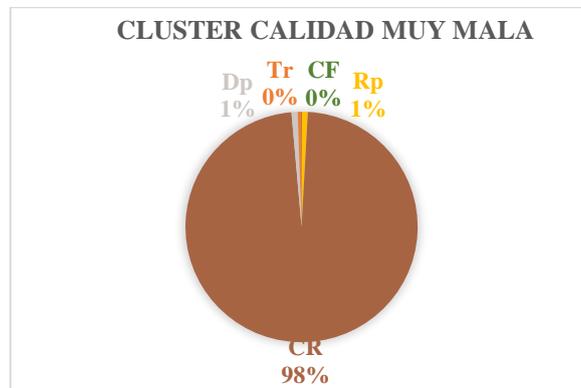
Fila	Componente 1	Componente 2	Componente 3
1	-6,90	-1,18	-0,24
2	-2,53	1,37	0,41
3	2,37	-0,40	-2,17
4	1,83	1,70	3,75
5	1,23	1,74	0,26
6	1,62	1,80	-2,74
7	2,36	-5,05	0,72

Anexo 3. Presencia relativa representada en gráficas clústeres

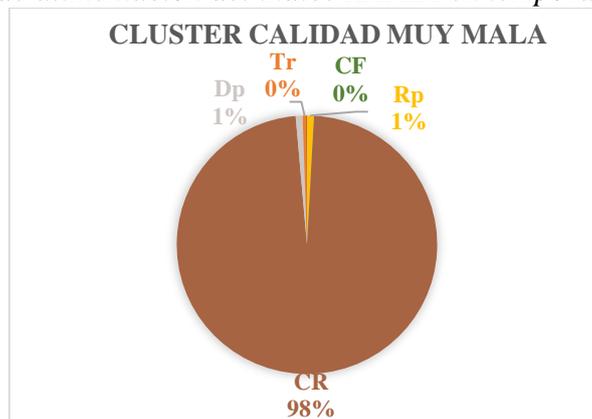
Grupos funcionales de alimentación del índice BMWP/Col en temporada seca



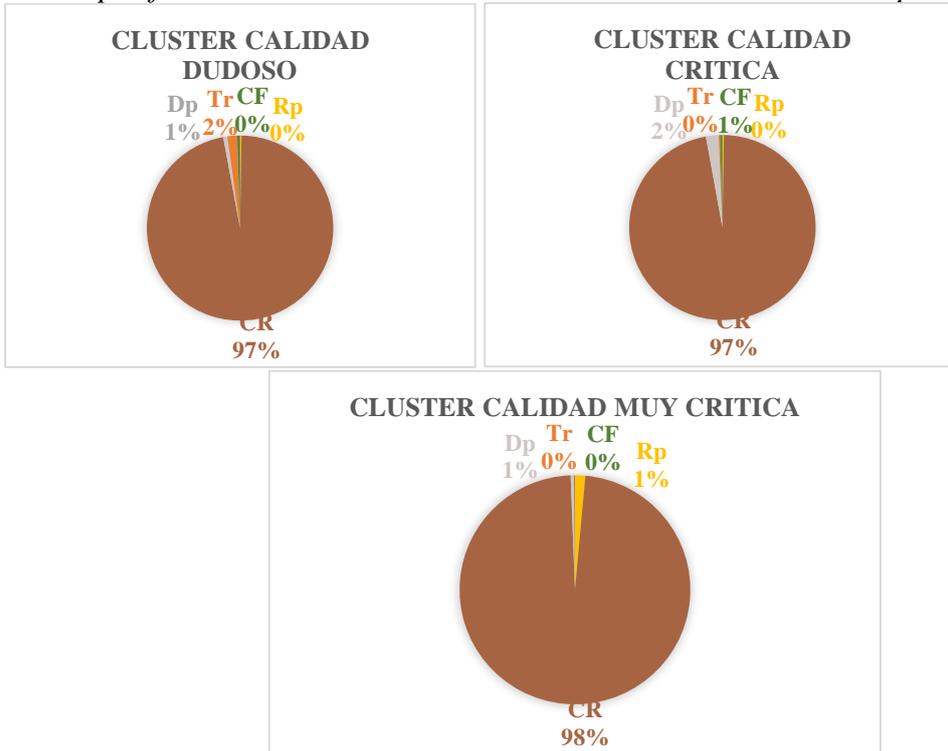
Grupos funcionales de alimentación del índice ABI en temporada seca



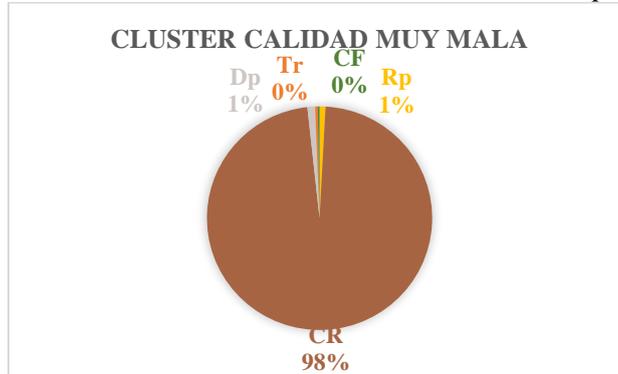
Grupos funcionales de alimentación del índice AAMBI en temporada seca



Grupos funcionales de alimentación del índice BMWP/Col en temporada lluviosa



Grupos funcionales de alimentación del índice ABI en temporada lluviosa



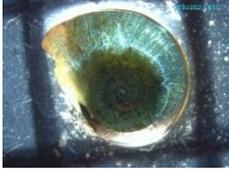
Grupos funcionales de alimentación del índice AAMBI en temporada lluviosa



Anexo 4. Identificación de macroinvertebrados

Guía de las familias y GFA de los macroinvertebrados del río Ambí

Familias según sus grupos funcionales de alimentación del río Ambí

		
Familia: Ampullariidae GFA: Raspadores	Familia: Chironomidae (Adulto) GFA: Colector-Recolector	Familia: Chironomidae (Larva) GFA: Colector-Recolector
		
Familia: Dolichopodidae GFA: Depredador	Familia: Dytiscidae GFA: Depredador	Familia: Hyaellidae GFA: Triturador
		
Familia: Simuliidae GFA: Colector-Filtrador	Familia: Baetidae GFA: Raspador	Familia: Elmidae GFA: Raspador
		
Familia: Glossiphoniidae GFA: Depredador	Orden: Lepidoptera GFA: Trituradores	Familia: Limoniidae GFA: Colector-recolector
		
Familia: Mesoveliidae GFA: Depredador	Familia: Tubificidae GFA: Colector-Recolector	Familia: Poduridae GFA: Colector-Recolector
		
Familia: Physichodidae GFA: Colector-Recolector	Familia: Physidae GFA: Raspador	Familia: Staphylinidae GFA: Depredador
		
Familia: Sphaeriidae GFA: Colector-Filtrador	Familia: Vespidae GFA: Depredador	

Anexo 5. Análisis de calidad hidromorfológica



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MaC.
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P1

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Poásico	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1

	Arena+ arcilla	
	Grava	1
	Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río		
	RAPIDO-SOMERO	
	RAPIDO-PROFUNDO	
	LENTO-SOMERO	
	LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad		
	Hojarasca	
	Troncos y ramas	1
	Diques naturales	1
	Raíces sumergidas	
	Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
	Vegetación acuática sumergidas (Algas)	
Calidad Hidro morfológica		
		Puntuación
A	ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	2
B	CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C	CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	5
D	PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E	NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F	COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	3
G	REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	
H	ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
	SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P2

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Paramo Herbáceo	0
Paramo Mixto	
Paramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Coussip	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	2
Tierra baldia o cangahua	
Tierras baldías o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	5
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	0
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	1
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	1
Composición del sustrato	
Piedras	Canto
Canto	

Arena+ arcilla	1
Grava	
Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río	1
RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	1
Elementos de heterogeneidad	
Hojas caídas	1
Troncos y ramas	
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	0
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	1
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	2
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P3
 Coordenada: _____

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor	
Paramo Herbáceo	5	
Paramo Mixto		
Paramo de Frailejones		
Paramo degradado		
Tierra Baldía o Cangahua		
Bosques de Pedicularis <i>Pedicularis</i>		
Bosque mixto		
Plantación eucaliptos y pinos.		2
Matorral Arbustos		
Cultivos		1
Pastos		
Tierra baldía o cangahua		
Tipo de continuidad de la ribera		
Continuo	5	
Manchas grandes	1	
Manchas aisladas		
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos		
Vegetación natural	5	
Cultivos y pastos	1	
Infraestructuras- elementos de urbanismo		
Presencia de basuras y escombros		
Ribera sin basuras ni escombros	2	
Ribera con basuras y/o escombros escasos		
Ribera con basuras y/o escombros abundantes		
Naturalidad del canal fluvial		
Canal natural	3	
Canal modificado por terrazas sin cemento		
Canal con estructuras rígidas parciales		
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas		
Composición del sustrato		
Piedras		

Canto	1
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	1
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	1
Troncos y ramas	
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RIO	6
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICION DEL SUSTRATO	3
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.

Fecha: 14/10//2022

Punto: P4

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Paramo Herbáceo	
Paramo Mixto	
Paramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldia o Cangahua	
Bosques de Cobajón	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldia o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1

Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RÁPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RIO	6
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P5

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Exceiente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Paramo Herbáceo	
Paramo Mixto	
Paramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Poqoyoc	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	

Arena+ arcilla	1
Grava	
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojazasca	1
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RIO	6
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	8
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	3
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	5
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.

Fecha: 14/10/2022

Punto: P6

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Paramo Herbáceo	5
Paramo Mixto	
Paramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Pinos	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	1
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	5
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1

Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	1
Troncos y ramas	
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	6
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	7
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	4
SUMÁ	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.

Fecha: 14/10/2022

Punto: P7

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Paramo Herbáceo	
Paramo Mixto	
Paramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Poqoyin	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	
Manchas aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1

Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RIO	1
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	1
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Ing. Santiago Cabrera MsC.

Fecha: 14/10/2022

Punto: P7

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pesimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Cobiza	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	
Manchas aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1

Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	1
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	1
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P1

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	5
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de <i>Bolipis</i>	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	2
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	5
Continuo	
Manchas grandes	
Manchas aisladas	0
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	0
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	0
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	1
Piedras	
Canto	

Arena+ arcilla	1
Grava	
Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río	1
RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	1
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	1
Troncos y ramas	
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	7
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA A LO LARGO DEL RIO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PROXIMOS	0
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	0
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICION DEL SUSTRATO	2
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RIO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira

Fecha: 14/10/2022

Punto: P2

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de <i>Polytrichum</i>	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	1
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	

Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	1
Grava	
Bloque	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	3
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	1
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	4
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	1
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P3

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Poiquiza Poiquiza	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	1

Canal totalmente modificado por estructuras rígidas

Composición del sustrato

Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	

Regímenes de velocidad y profundidad del río

RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	

Elementos de heterogeneidad

Hojarasca	1
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	3
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	4
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	4
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P4

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Palmier	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	

Canal totalmente modificado por estructuras rígidas

Composición del sustrato

Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1

Regimenes de velocidad y profundidad del río

RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	1
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	

Elementos de heterogeneidad

Hojarasca	1
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	8
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	0
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	6
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P5

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Polytrichum <i>Polytrichum</i>	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	

Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	
Grava	
Bloque	
Regimenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	1
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica	
	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	3
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	0
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	2
G REGIMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	4
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira

Fecha: 14/10/2022

Punto: P6

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Polytipic	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	

Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	
Grava	
Bloque	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	1
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Alzas)	1

Calidad Hidro morfológica	
	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	3
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Alen Pereira

Fecha: 14/10/2022

Punto: P7

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pesimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Bojales	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	0
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	5
Ribera con basuras y/o escombros escasos	
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	1
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	

Piedras	1
Canto	
Arena+ arcilla	1
Grava	
Bloque	
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	1
Troncos y ramas	1
Diques naturales	
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA	3
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	3
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	1
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	5
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	1
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	2
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila
Fecha: 14/10/2022
Punto: P1

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Podocarpus <i>Podocarpus</i>	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	Valor
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	Valor
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	Valor
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	Valor
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	1
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	Valor

Piedras	1
Canto	
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	Valor
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	Valor
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	7
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	9
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	4
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	4
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila

Fecha: 14/10/2022

Punto: P2

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Seco Seco	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	1
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	5
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	0

Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	1
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	1
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA	7
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	6
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	6
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	7
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	4
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	2
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P3

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Coque Coque	5
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	1
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	

Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	
Grava	
Bloque	1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	8
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	3
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P4

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Pobocipá	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	

Composición del sustrato	
	Piedras
	Canto 1
	Arena+ arcilla 1
	Grava 1
	Bloque 1
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
	RAPIDO-SOMERO
	RAPIDO-PROFUNDO 1
	LENTO-SOMERO
	LENTO-PROFUNDO
Elementos de heterogeneidad	
	Hojarasca
	Troncos y ramas 1
	Diques naturales 1
	Raíces sumergidas 1
	Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)
	Vegetación acuática sumergidas (Algas)

Calidad Hidro morfológica	
	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	4
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	3
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P5

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	
Bosques de Seco ^{Seco}	2
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	0
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	5
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	

Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	
Grava	1
Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACION DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	0
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	5
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	3
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
SUMA	



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila
 Fecha: 14/10/2022
 Punto: P6

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pésimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Paramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Polipux	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos.	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	Valor
Continuo	5
Manchas grandes	
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	Valor
Vegetación natural	5
Cultivos y pastos	
Infraestructuras- elementos de urbanismo	
Presencia de basuras y escombros	Valor
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	Valor
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	

Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	
Regímenes de velocidad y profundidad del río	
RAPIDO-SOMERO	
RAPIDO-PROFUNDO	1
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	1
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	1

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	5
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	5
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	1
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	3
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	
	SUMA



Matriz de percepción

Nombre: Galo Dávila

Fecha: 14/10/2022

Punto: P7

Evaluación de la Calidad Ecológica

Valores para el análisis de los índices:

Valor	Estado de la variable
0	Pesimo
1	Malo
2	Regular
3	Moderado
4	Muy bueno
5	Excelente

Tipo de vegetación de la ribera	Valor
Páramo Herbáceo	
Páramo Mixto	
Páramo de Frailejones	
Páramo degradado	
Tierra Baldía o Cangahua	0
Bosques de Pobonasa	
Bosque mixto	
Plantación eucaliptos y pinos	2
Matorral Arbustos	
Cultivos	
Pastos	
Tierra baldía o cangahua	
Tipo de continuidad de la ribera	
Continuo	
Manchas grandes	3
Manchas aisladas	
Conectividad de la vegetación de ribera con otros elementos	
Vegetación natural	
Cultivos y pastos	1
Infraestructuras- elementos de urbanismo	0
Presencia de basuras y escombros	
Ribera sin basuras ni escombros	
Ribera con basuras y/o escombros escasos	2
Ribera con basuras y/o escombros abundantes	
Naturalidad del canal fluvial	
Canal natural	
Canal modificado por terrazas sin cemento	3
Canal con estructuras rígidas parciales	
Canal totalmente modificado por estructuras rígidas	

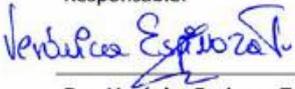
Composición del sustrato	
Piedras	1
Canto	1
Arena+ arcilla	1
Grava	1
Bloque	1
Regimenes de velocidad y profundidad del rio	
RAPIDO-SOMERO	1
RAPIDO-PROFUNDO	
LENTO-SOMERO	
LENTO-PROFUNDO	
Elementos de heterogeneidad	
Hojarasca	
Troncos y ramas	
Diques naturales	1
Raíces sumergidas	
Vegetación acuática sumergidas (Musgos y plantas)	1
Vegetación acuática sumergidas (Algas)	

Calidad Hidro morfológica

	Puntuación
A ESTRUCTURA Y NATURALIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA	2
B CONTINUIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA A LO LARGO DEL RÍO	3
C CONECTIVIDAD DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA CON OTROS ELEMENTOS DEL PAISAJE ADYACENTES O PRÓXIMOS	1
D PRESENCIA DE BASURAS Y ESCOMBROS	2
E NATURALIDAD DEL CANAL FLUVIAL	3
F COMPOSICIÓN DEL SUSTRATO	5
G REGÍMENES DE VELOCIDAD Y PROFUNDIDAD DEL RÍO	1
H ELEMENTOS DE HETEROGENEIDAD	2
	SUMA

Anexo 6. Reporte de análisis de laboratorio

Anexo 6a) Análisis de parámetro microbiológico

 alfanalitica	Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos: Aguas, Alimentos y Afines			
Informe N.º:	39 -2022			
DATOS DEL CLIENTE				
Análisis solicitado por:	Sr. Galo Dávila			
RUC/Ci:	1004013163			
Dirección:	Ibarra			
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura			
Teléfono:	0969380957			
email:	galofd96@gmail.com			
DATOS DE LA MUESTRA				
Agua: río Ambi, Punto 1 y Punto 2				
Tipo de muestra:	Agua			
Fecha de recepción:	15 de septiembre de 2022			
Peso/vol. declarado:	250 ml			
Tipo de conservación:	N/A			
Tipo de envase:	Envase de polietileno			
Descripción:	Muestra Unica			
Número de muestras:	2			
Fecha de elaboración:	No aplica			
Lote:	No aplica			
Fecha de caducidad:	No aplica			
DATOS DE LABORATORIO				
Fecha de análisis:	15 de septiembre de 2022			
Fecha de entrega informe:	19 de septiembre de 2022			
Código Interno	Sp-15-01			
Resultado Microbiológico				
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado		Método de Ensayo
		Punto 1	Punto 2	
Recuento de Coliformes fecales	UFC/ml	510	940	EPA 40 CFR
Observaciones				
<i>Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas</i>				
<i>El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.</i>				
<i>Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio</i>				
<i>Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe</i>				
Responsable:				
				
Dra. Verónica Espinoza Torres				

Anexo 6b) Análisis de parámetros microbiológico y químico

		Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos: Aguas, Alimentos y Afines							
Informe N.º:	41 -2022								
DATOS DEL CLIENTE									
Análisis solicitado por:	Sr. Galo Dávila								
RUC/CI:	1004013163								
Dirección:	Ibarra								
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura								
Teléfono:	0969380957								
email:	galofd96@gmail.com								
DATOS DE LA MUESTRA									
Agua: río Ambi, Punto 1, Punto 2, Punto 3, Punto 4, Punto 5, Punto 6, Punto 7									
Tipo de muestra:	Agua	Número de muestras:	7						
Fecha de recepción:	14 de octubre de 2022	Fecha de elaboración:	No aplica						
Peso/vol. declarado:	750 ml	Lote:	No aplica						
Tipo de conservación:	N/A	Fecha de caducidad:	No aplica						
Tipo de envase:	Envase de polietileno	Muestreado por:	Cliente						
Descripción:	Muestras Unicas								
DATOS DE LABORATORIO									
Fecha de análisis:	14 de octubre de 2022								
Fecha de entrega informe:	20 de octubre de 2022								
Código Interno	No aplica								
Resultado Analítico									
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado							Método de Ensayo
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	
Demanda Bioq. De Oxígeno (DBO5)	mg O ₂ /l	6	8	12	8	8	10	8	APHA 5210 B
Recuento de Coliformes fecales	UFC/ml	No req.	No req.	200	60	100	400	250	EPA 40 CFR
Observaciones									
<p>Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas</p> <p>El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente Informe.</p> <p>Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio</p> <p>Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del Informe</p>									
<p>Responsable:</p> <p></p> <p>Dra. Verónica Espinoza Torres Gerente General</p>									
									

Anexo 6c) Análisis de parámetro químico

		Análisis Físicos, Químicos y Microbiológicos: Aguas, Alimentos y Afines							
Informe N.º:	43 -2022								
DATOS DEL CLIENTE									
Análisis solicitado por:	Sr. Galo Dávila								
RUC/Ci:	1004013163								
Dirección:	Ibarra								
Ciudad/Provincia:	Ibarra/Imbabura								
Teléfono:	0969380957								
email:	galofd96@gmail.com								
DATOS DE LA MUESTRA									
Agua: río Ambi, Punto 1, Punto 2, Punto 3, Punto 4, Punto 5, Punto 6, Punto 7									
Tipo de muestra:	Agua				Número de muestras:	7			
Fecha de recepción:	28 de octubre de 2022				Fecha de elaboración:	No aplica			
Peso/vol. declarado:	750 ml				Lote:	No aplica			
Tipo de conservación:	N/A				Fecha de caducidad:	No aplica			
Tipo de envase:	Envase de polietileno				Muestreado por:	Cliente			
Descripción:	Muestras Únicas								
DATOS DE LABORATORIO									
Fecha de análisis:	28 de octubre de 2022								
Fecha de entrega informe:	31 de octubre de 2022								
Código Interno	No aplica								
Resultado Analítico									
Parámetro Analizado	Unidad	Resultado							Método de Ensayo
		Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6	Punto 7	
Fósforo Total	mg/l	0.558	0.704	0.742	0.711	0.726	0.891	0.581	APHA 4500-P E
Observaciones									
<p><i>Los resultados obtenidos pertenecen exclusivamente para las muestras analizadas</i></p> <p><i>El laboratorio no se responsabiliza del uso que el cliente pueda dar al presente informe.</i></p> <p><i>Los informes se almacenarán por un periodo de dos años a partir del ingreso de la muestra al laboratorio</i></p> <p><i>Tiempo de almacenamiento de las muestras: 10 días a partir de la entrega del informe</i></p>									
Responsable:									
									
	Dra. Verónica Espinoza Torres Gerente General								

Anexo 7 Registro fotográfico

Anexo 7a) Toma de datos físicos del punto 1



Anexo 7b) Toma de datos biológicos del punto 1



Anexo 7c) Toma de datos biológicos del punto 2



Anexo 7d) Toma de datos biológicos del punto 3 con el método kicksampling



Anexo 7e) Toma de datos biológicos del punto 4



Anexo 7f) Toma de datos físico con multiparámetro en el punto 4



Anexo 7g) Toma de datos biológicos del punto 5



Anexo 7h) Toma de datos biológicos del punto 6



Anexo 7i) Sector donde se tomó los datos biológicos del punto 7



Anexo 7j) Toma de datos in situ de los parámetros físicos en el punto 7



Anexo 7k) Tubos *epperndorf* con los macroinvertebrados de TS



Anexo 7l) Tubos *epperndorf* con los macroinvertebrados de TL



Anexo 7m) Tubos *eppendorf* con los macroinvertebrados de TS y TL



Anexo 7n) Estereoscopio de LABINAM



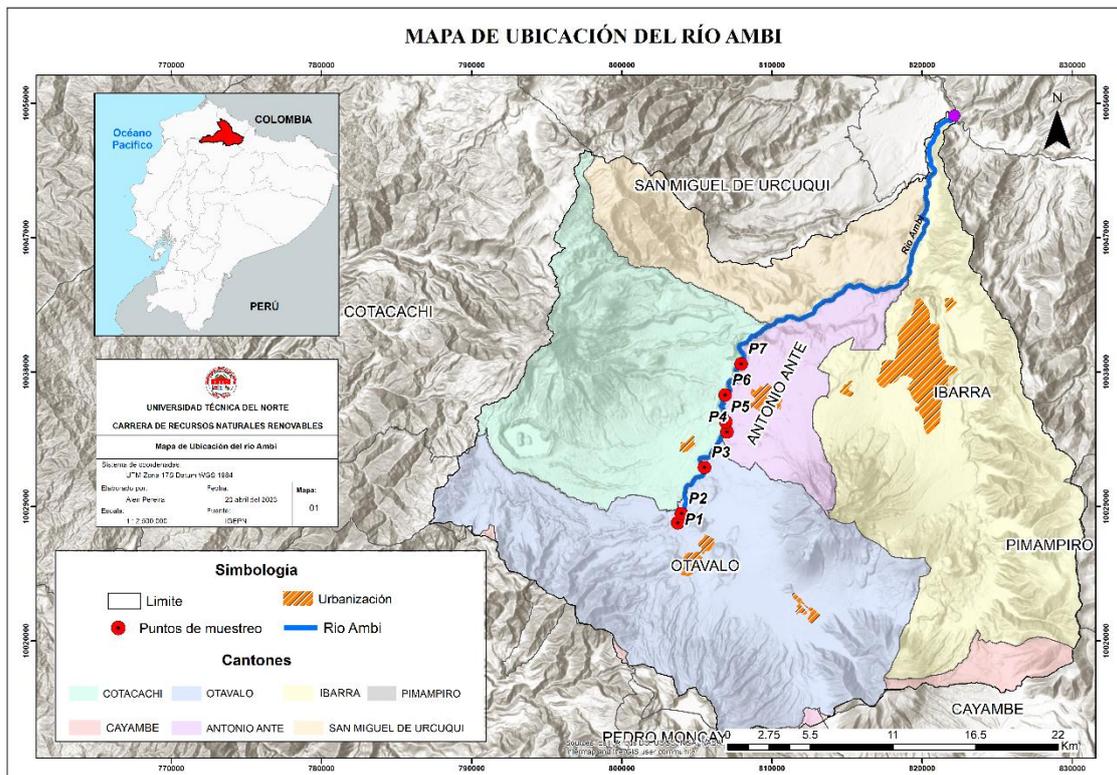
Anexo 7ñ) GPS



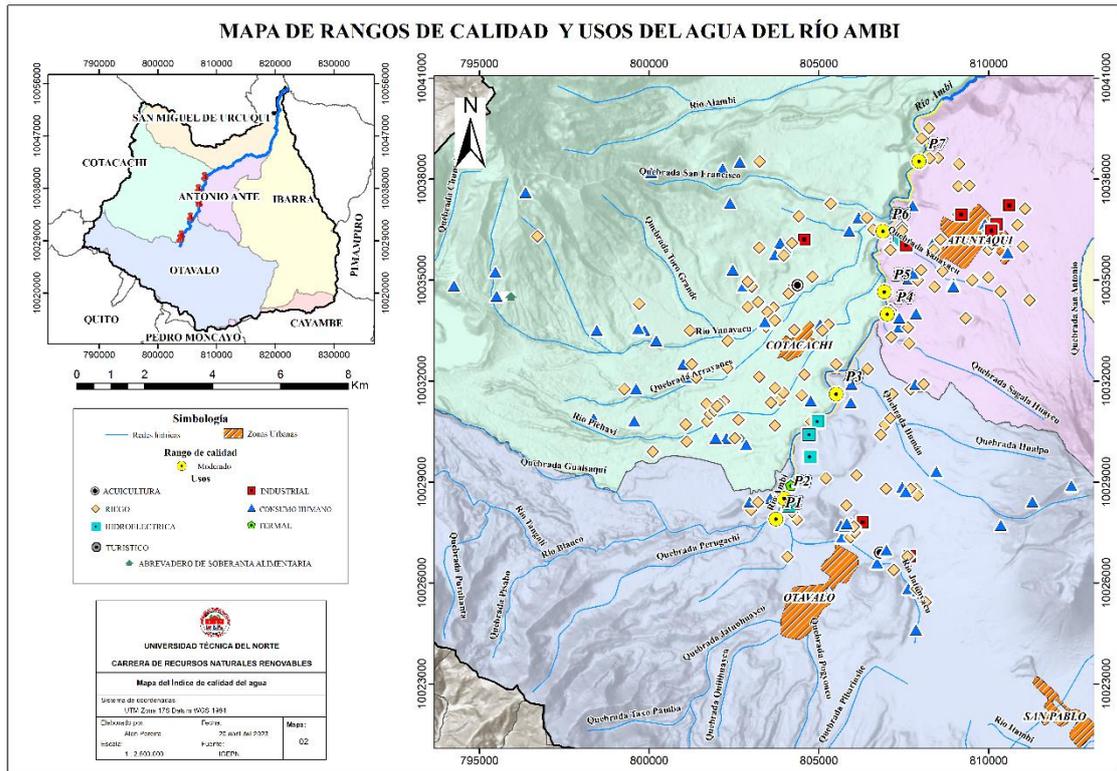
Anexo 7o) Multiparámetro



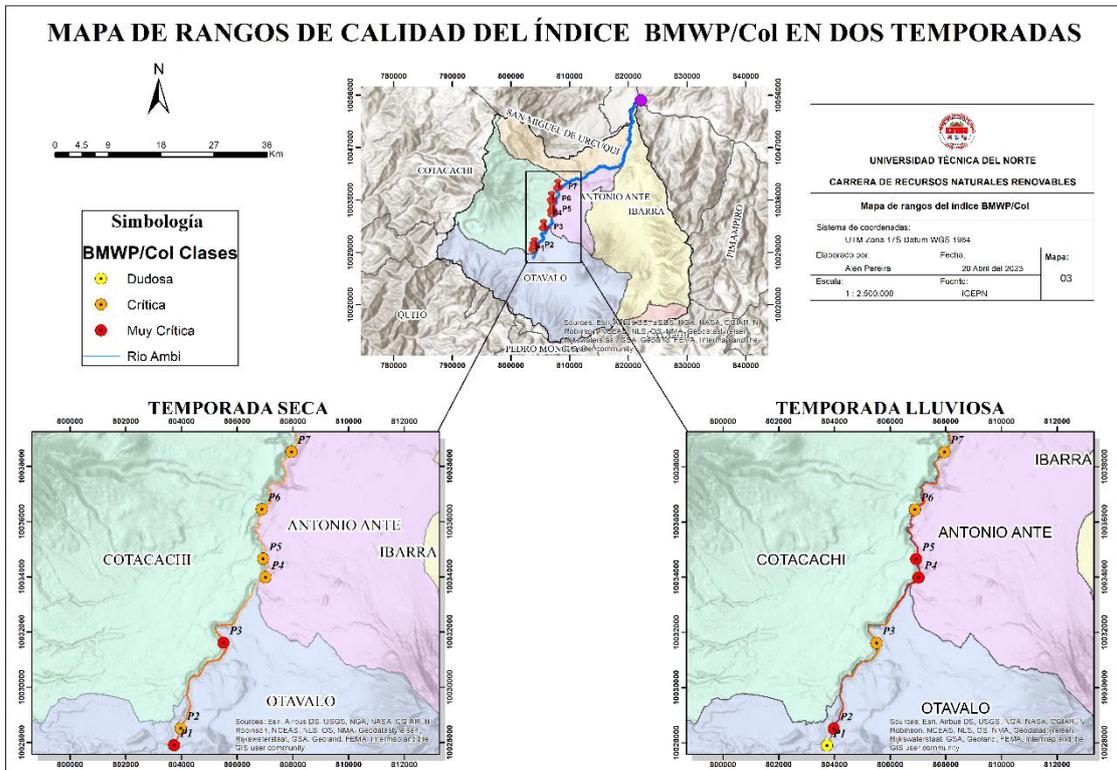
Anexo 8. Mapa de Ubicación del río Ambi



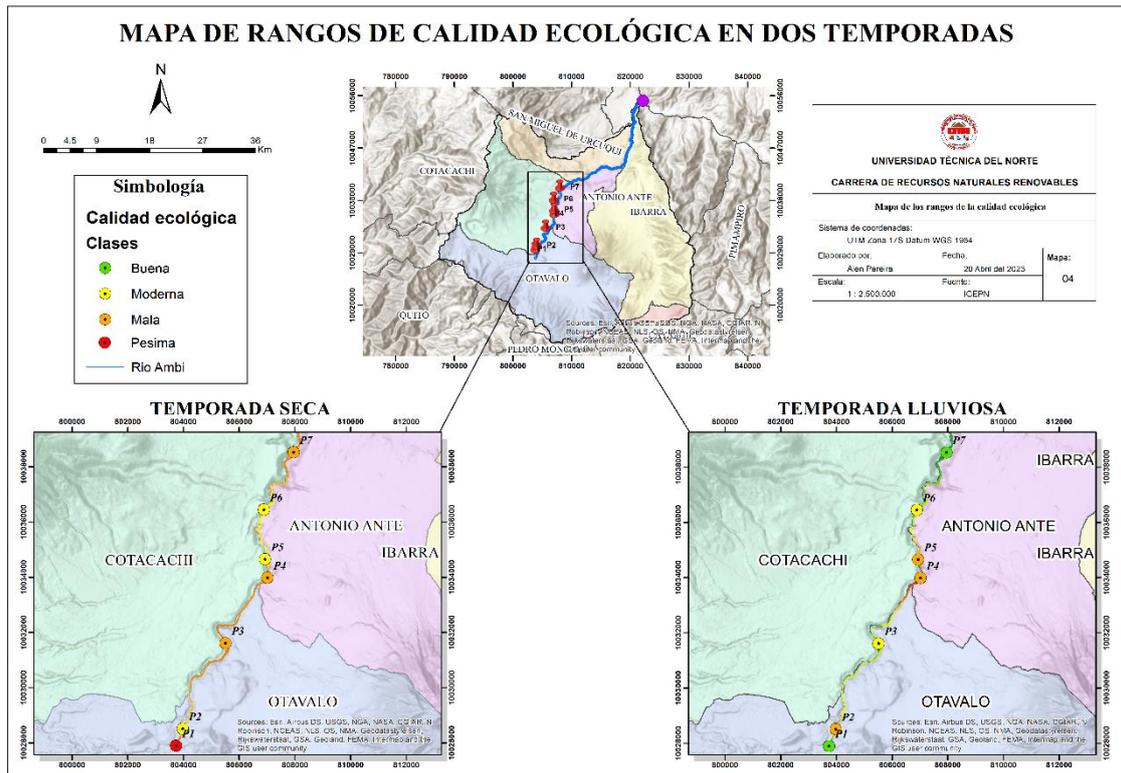
Anexo 9. Mapa del índice de calidad del agua y usos de agua del río Ambi



Anexo 10. Mapa de las clases del índice BMWP/Col del río Ambi



Anexo 11. Mapa de las clases de la calidad ecológica del río Ambi



Anexo 12. Mapa de las clases del índice ABI del río Ambi

