



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

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL
USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO
BIOINDICADORES EN LA MICROCUENCA DEL RÍO
GUANGANZA CHICO DE LA PROVINCIA DE
MORONA SANTIAGO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Presentado para optar el grado académico de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

AUTORA: MÓNICA JASMINA LOZANO DUCHITANGA

TUTOR: ING. MIGUEL ÁNGEL OSORIO RIVERA, M. Sc

Macas – Ecuador

2019

©2019, Mónica Jasmina Lozano Duchitanga

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

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

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que: El trabajo técnico: “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE EL USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES, EN LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANGANZA CHICO DE LA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO” de responsabilidad de la señorita: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Miguel Ángel Osorio Rivera. M.Sc.
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN		
Dra. Cumandá Carrera Beltrán
MIEMBRO DEL TRIBUNAL		

Yo, Mónica Jasmina Lozano Duchitanga, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en el presente documento y el patrimonio intelectual del proyecto de titulación pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Mónica Jasmina Lozano Duchitanga

Yo, Mónica Jasmina Lozano Duchitanga, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos contantes en el documento que provienen de otra fuente, están debidamente citados y referenciados.

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

Macas, 4 de febrero de 2019

Mónica Jasmina Lozano Duchitanga

140088656-8

DEDICATORIA

Con sentimiento de cariño y respeto, el presente trabajo quiero dedicar a mi Padre, ejemplo de perseverancia y humildad, quien ha sido mi apoyo incondicional en los momentos buenos y malos de este largo camino para alcanzar mi más anhelada meta, mi carrera profesional.

A mi hijo Jhohan, mi compañero de vida, mayor alegría y motivación, quien me ha impulsado a concretar esta larga trayectoria con perseverancia y firmeza.

A mi madre María, pilar fundamental que me ha enseñado que el esfuerzo y la responsabilidad permiten alcanzar grandes objetivos.

A mis hermanas Shirley, Cinthia, Blanca y Maily, mis compañeras de vida y un apoyo en esta travesía.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por brindarme sabiduría y fortaleza durante toda la etapa de mi carrera.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, quien me ha brindado los conocimientos necesarios, permitiéndome crecer en el campo profesional y social, los cuales me servirán para contribuir al desarrollo y progreso en bien de la sociedad y el ambiente.

A mi director, MgS. Miguel Osorio, quien ha sido un apoyo fundamental en la estructuración y culminación de este trabajo.

A mi evaluadora, Doc. Cumandá Carrera, quien me ha guiado en el desarrollo de este estudio compartiendo de manera desinteresada sus conocimientos.

Al Ing. Romel Trujillo, director de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Sucúa, quien dio total apertura a las instalaciones del laboratorio, permitiendo de esta manera consolidar este trabajo.

Al Doc. Cid Calle, director del Departamento de Desarrollo Productivo del GAD Provincial de Morona Santiago, quien facilito el laboratorio para el análisis bilógico, objetivo principal de este proyecto.

A mis compañeros Ariel, Rodney y Katy, quienes colaboraron con implementos y materiales utilizados en el desarrollo de este proyecto.

A mis amigos Alexis y Eduardo quienes voluntariamente me apoyaron mes a mes en el desarrollo del trabajo de campo.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xviii
SUMMARY	xix
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	5
1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
1.1. Ecosistema acuático.....	5
1.2. Ciclo hidrológico	5
1.2.1. <i>Proceso del ciclo hidrológico</i>	5
1.3. Agua	6
1.4. Cuenca hidrográfica	6
1.4.1. <i>Componentes de la cuenca hídrica</i>	6
1.5. Ríos	7
1.5.1. <i>Composición de los ríos y sus riveras</i>	7
1.6. Contaminación del agua.....	8
1.6.1. <i>Contaminación antrópica de los ecosistemas acuático</i>	8
1.7. Calidad del agua	9
1.8. Muestreo.....	9
1.8.1. <i>Tipos de muestreo</i>	10
1.9. Caudal	10
1.9.1. <i>Aforo</i>	10
1.9.2. <i>Aforo con flotador</i>	10
1.10. Índice de calidad del agua.....	11
1.11. Índice WQI de la Nacional Sanitación Fundación (NSF)	12
1.11.1. <i>Parámetros fisicoquímicos</i>	13
1.12. Índice de Hábitat Fluvial (IHF).....	15
1.13. Indicadores biológicos	16
1.14. Macroinvertebrados acuático	17
1.14.1. <i>Hábitats acuáticos</i>	17
1.14.2. <i>Modos de vida de los macroinvertebrados</i>	18
1.14.3. <i>Alimentación de los macroinvertebrados</i>	20
1.14.4. <i>Principales grupos de macroinvertebrados ecosistemas fluviales</i>	21
1.14.5. <i>Característica de los macroinvertebrados como bioindicadores</i>	22
1.15. Índice Biological Monitoring Working Party para Colombia (BMWP/COL).....	23

1.16.	Índice Ephemeroptero, Plecóptero, Trichóptero (EPT).....	24
1.17.	Tipología de hábitats para recolección de macroinvertebrados.....	26
1.18.	Tipos de redes para la recolección de macroinvertebrados bentónicos.....	26
1.19.	Muestreo de macroinvertebrados en diferentes tipos de sustratos.....	27
1.20.	Marco legal.....	29
1.20.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador.....</i>	29
<i>1.20.1.1.</i>	<i>Título II: Derechos.....</i>	<i>29</i>
<i>1.20.1.2.</i>	<i>Título VI: Régimen de desarrollo.....</i>	<i>29</i>
<i>1.20.1.3.</i>	<i>Título VII: Régimen del buen vivir.....</i>	<i>30</i>
1.20.2.	<i>Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua.....</i>	30
CAPITULO II.....		31
2.	MARCO METODOLÓGICO.....	31
2.2.	Descripción del área de estudio.....	31
2.2.1.	<i>Microcuenca del río Guanganza Chico.....</i>	31
2.2.2.	<i>Componentes biofísicos del área de estudio.....</i>	31
<i>2.2.2.1.</i>	<i>Factores Bioclimáticos.....</i>	<i>31</i>
<i>2.2.2.2.</i>	<i>Relieve.....</i>	<i>31</i>
<i>2.2.2.3.</i>	<i>Suelos.....</i>	<i>32</i>
2.2.3.	<i>Población y actividad económica.....</i>	32
2.2.4.	<i>Acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado.....</i>	33
2.3.	Instituciones de apoyo.....	33
2.4.	Diagnóstico del área de estudio.....	33
2.5.	Determinación del tramo de estudio y estaciones de monitoreo.....	33
2.6.	Desarrollo de monitoreos.....	36
2.6.1.	<i>Valoración del índice de hábitat fluvial.....</i>	36
<i>2.6.1.1.</i>	<i>Metodología.....</i>	<i>37</i>
2.6.2.	<i>Muestreo fisicoquímico y microbiológico.....</i>	37
<i>2.6.2.1.</i>	<i>Metodología.....</i>	<i>37</i>
<i>2.6.2.2.</i>	<i>Manejo y conservación de muestras.....</i>	<i>38</i>
<i>2.6.2.3.</i>	<i>Análisis de los parámetros fisicoquímico y microbiológico.....</i>	<i>38</i>
<i>2.6.2.4.</i>	<i>Análisis de datos de los parámetros fisicoquímico y microbiológico.....</i>	<i>39</i>
2.6.3.	<i>Muestreo de macroinvertebrados bentónicos.....</i>	39
<i>2.6.3.1.</i>	<i>Metodología.....</i>	<i>40</i>
<i>2.6.3.2.</i>	<i>Limpieza y conservación de muestras.....</i>	<i>40</i>
<i>2.6.3.3.</i>	<i>Identificación de macroinvertebrados.....</i>	<i>41</i>
<i>2.6.3.4.</i>	<i>Cálculo del índice BMWP/Col.....</i>	<i>41</i>

2.6.3.5.	<i>Cálculo del índice EPT</i>	41
2.6.3.6.	<i>Medición de caudales</i>	42
CAPÍTULO III		45
3.	MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.	45
3.1.	Resultados de la valoración del índice del hábitat fluvial (IHF)	45
3.2.	Resultados de la determinación del caudal en cada estación de monitoreo	46
3.3.	Resultados de la valoración del análisis fisicoquímico y microbiológico	47
3.3.1.	<i>Valoración de los parámetros de referencia en las estacione de muestreo G.S-2 Y G.S-4</i>	47
3.3.2.	<i>Temperatura</i>	47
3.3.3.	<i>Oxígeno disuelto (OD)</i>	49
3.3.4.	<i>pH</i>	50
3.3.5.	<i>Sólidos totales disueltos</i>	51
3.3.6.	<i>Turbidez</i>	52
3.4.	Resultados del WQI según la NSF en las estaciones de monitoreo G.S-1, G.S-3 Y G.S-5	53
3.5.	Resultados de macroinvertebrados.....	56
3.5.1.	<i>Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación de muestreo, durante el periodo de estudio.</i>	60
3.6.	Variación del caudal con los índices BMWP/Col, EPT, WQI e IHF.	87
3.7.	Comparación de los índices biológicos BMWP/Col y EPT con los índices WQI de la NSF e índice IHF, en las estaciones G.S-1, G.S-3, G.S-5.....	89
3.8.	Análisis estadístico de los índices biológicos con el índice fisicoquímico y ecológico.....	90
3.9.	Resumen de resultados en base a los objetivos planteados en este trabajo	91
CONCLUSIONES		92
RECOMENDACIONES		94
BIBLIOGRAFÍA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1: Valor del factor de corrección (K) para la determinación del caudal.....	11
Tabla 2-1: Parámetros, unidades y factor de ponderación del índice WQI de la NSF.....	12
Tabla 3-1: Rangos de calidad de agua según el índice WQI de la NSF.....	13
Tabla 4-1: Rangos de calidad de hábitats acuáticos según el índice IHF	16
Tabla 5-1: Principales macroinvertebrados de los sistemas fluviales.....	21
Tabla 6-1: Puntajes de las familias de macroinvertebrados para el índice BMWP/Col.....	23
Tabla 7-1: Rangos de calidad de agua según el índice BMWP/Col.....	24
Tabla 8-1: Rangos de calidad de agua según el índice EPT.	26
Tabla 1-2: Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo.	35
Tabla 2-2: Procedimiento para la recolección de muestras fisicoquímicas y microbiológicas..	38
Tabla 3-2: Instrumentos, reactivos, equipos y método para el análisis fisicoquímico y microbiológico.....	39
Tabla 4-2: Métodos de recolección de macroinvertebrados bentónicos	40
Tabla 1-3: Valoración del Índice de Hábitat Fluvial en las estaciones de muestreo.....	45
Tabla 2-3: Resultados del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo.....	46
Tabla 3-3: Resultados de temperatura en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos	48
Tabla 4-3: Resultados del OD en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos.....	49
Tabla 5-3: Resultados del pH de las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos.....	50
Tabla 6-3: Resultados del STD de la estación G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos	51
Tabla 7-3: Resultados de turbidez en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos....	52
Tabla 8-3: Resultados del WQI en las estaciones G.S-1, G.S-3 Y G.S-5, en marzo	53
Tabla 9-3: Resultados del WQI de las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 en mayo	53
Tabla 10-3: Resultados del WQI de las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 en junio	54
Tabla 11-3: Resultados del WQI en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5, en julio.....	54
Tabla 12-3: Resultados del WQI en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5, durante el periodo de estudio.....	55
Tabla 13-3: Composición taxonómica de los macroinvertebrados encontrados durante el periodo de estudio.....	56
Tabla 14-3: Abundancia de familias presentes durante el período de estudio	57
Tabla 15-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de marzo.	60

Tabla 16-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de mayo.....	61
Tabla 17-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de junio.....	62
Tabla 18-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de julio.....	63
Tabla 19-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de marzo.....	65
Tabla 20-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de mayo.....	66
Tabla 21-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de junio.....	67
Tabla 22-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de julio.....	68
Tabla 23-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de marzo.....	69
Tabla 24-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de mayo.....	70
Tabla 25-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de junio.....	71
Tabla 26-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de julio.....	72
Tabla 27-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de marzo.....	73
Tabla 28-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de mayo.....	74
Tabla 29-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de junio.....	75
Tabla 30-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de julio.....	76
Tabla 31-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de marzo.....	78
Tabla 32-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de mayo.....	79
Tabla 33-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de junio.....	80

Tabla 34-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de julio.....	81
Tabla 35-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 durante el periodo de muestreo.....	82
Tabla 36-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2, durante el periodo de muestreo.....	83
Tabla 37-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3, durante el periodo de muestreo.....	84
Tabla 38-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4, durante el periodo de muestreo.....	85
Tabla 39-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1, durante el periodo de muestreo.....	86
Tabla 40-3: Comparación de los índices biológicos BMWP/Col y EPT con el índice WQI e IHF.....	89
Tabla 41-3: Análisis de varianza (ANOVA) de los índices empleado en el estudio.	90
Tabla 41-3: Resumen de resultados según los objetivos planteados del estudio de la calidad del agua de la microcuenca del río Guanganza Chico.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Procesos del ciclo hidrológico.	5
Figura 2-1: Cuenca hídrica, subcuenca y microcuenca.	6
Figura 3-1: Áreas relacionadas con los ríos.	7
Figura 4-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Bentos.	18
Figura 5-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Necton.	19
Figura 6-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Neuston.	19
Figura 7-1: Tipos de hábitats para la recolección de macroinvertebrados.	26
Figura 8-1: Esquema de la red patada.	27
Figura 9-1: Esquema de la red Surber.	27
Figura 10-1: Método de recolección en aguas poco profundas mediante red patada.	28
Figura 11-1: Método de recolección en aguas poco profundas mediante red Surber.	28
Figura 1-2: Selección del tramo para la medición.	42
Figura 2-2: Determinación de la distancia, L (a), sección transversal (b) y columna de agua (c) del tramo.	43
Figura 3-2: (a y b) recorrido del objeto flotante desde la sección A a la sección B.	44

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1-2: Ubicación del tramo de estudio y estaciones de monitoreo en la microcuenca del Río Guanganza Chico.....	34
Grafico 1-3: Variación de la diversidad de hábitats en las estaciones de monitoreo.	45
Grafico 2-3: Variación del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo.....	46
Grafico 3-3: Variación de la temperatura en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos	48
Grafico 4-3: Variación del OD en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos.....	49
Grafico 5-3: Variación del pH en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos.....	50
Grafico 6-3: Variación de los STD en las estaciones G.S-2 y G.S-24, durante los monitoreos	51
Grafico 7-3: Variación de la Turbidez en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos	52
Grafico 8-3: Variación del WQI en las estaciones G.S-1, G.S-3 Y G.S-5, durante el periodo de estudio.....	55
Grafico 9-3: Abundancia de familias presentes en las estaciones de monitoreo durante el periodo de estudio.....	58
Grafico 10-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de marzo.	60
Grafico 11-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de mayo.	61
Grafico 12-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de junio.....	63
Grafico 13-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de julio.....	64
Grafico 14-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de marzo.	65
Grafico 15-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de mayo.	66
Grafico 16-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de junio.....	67
Grafico 17-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de julio.....	68
Grafico 18-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de marzo.	69
Grafico 19-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de mayo.	70
Grafico 20-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de junio.....	71
Grafico 21-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de julio.....	72
Grafico 22-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de marzo.	74
Grafico 23-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de mayo.	75
Grafico 24-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de junio.....	76
Grafico 25-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de julio.....	77
Grafico 26-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de marzo.	78
Grafico 27-3 Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de mayo.....	79

Grafico 28-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de junio.....	80
Grafico 29-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de julio.....	81
Grafico 30-3: Caudal vs BMWP/Col.....	87
Grafico 31-3: Caudal vs EPT.....	87
Grafico 32-3: Caudal vs WQI.....	88
Grafico 33-3: Caudal vs IHF.....	88

INDICE DE ANEXOS

- Anexo A:** Ubicación geográfica de la parroquia Sinaí
- Anexo B:** Ubicación geográfica de la cuenca del río Pastaza
- Anexo C:** Mapa de cobertura y uso del suelo en la parroquia Sinaí en el 2008
- Anexo D:** Ubicación de las estaciones de monitoreo en el tramo de estudio
- Anexo E:** Preparación de materiales, recolección y tratamiento de muestras de parámetros fisicoquímico y microbiológico
- Anexo F:** Formato de etiqueta para muestras de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
- Anexo G:** Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos
- Anexo H:** Resultados del análisis de la DBO₅ CESSTA en las estaciones de monitoreo G.S-1, G.S-3 y G.S-5 durante el periodo de estudio
- Anexo I:** Tabla 3, Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, aguas marinas y estuarios, Anexo 1, Libro VI del TULSMA
- Anexo J:** Tabla de valoración del Índice de Hábitat fluvial
- Anexo K:** Valoración de campo de los bloques del IHF en las estaciones de muestreo
- Anexo L:** Recolección, limpieza e identificación de macroinvertebrados bentónicos
- Anexo M:** Formato de etiqueta para muestras de macroinvertebrados bentónicos
- Anexo N:** Formato de la ficha de identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos
- Anexo O:** Medición de parámetros de campo para la determinación del caudal
- Anexo P:** Macroinvertebrados bentónicos representativos en el tramo de estudio de la microcuenca del río Guanganza Chico

ÍNDICES DE SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

%OD	Porcentaje de saturación del oxígeno disuelto
BMWP/Col	Índice Biological Monitoring Working Party para Colombia
CESSTA	Centro de Servicios Técnicos y Transferencia Tecnológica Ambiental
EPT	Ephemeroptera, Plecóptera, Trichóptero
G.S-1	Estación Guanganza Sinaí 1
G.S-2	Estación Guanganza Sinaí 2
G.S-3	Estación Guanganza Sinaí 3
G.S-4	Estación Guanganza Sinaí 4
G.S-5	Estación Guanganza Sinaí 5
WQI	Water Quality Index
NSF	National Sanitation Foundation
IHF	Índice de Hábitat Fluvial
GAD	Gobierno Autónomo descentralizado
IHF	Índice de Hábitat Fluvial
m.s.n.m	Metros sobre el nivel del mar
NMP	Número Más Probable
NTU	Unidad Nefelométrica de Turbidez
EMAPA	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado
Q	Caudal
STD	Sólidos Totales Disueltos
UTM	Universal Transversal de Mercator

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados, en un tramo de la microcuenca del río Guanganza Chico, empleando el índice Biological Monitoring Working Party de Colombia (BMWP/Col) y Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), los cuales se respaldaron mediante el análisis del índice fisicoquímicos Water Quality Index (WQI) de la NSF y el índice ecológico Índice de Habitat Fluvial (IHF). Se establecieron cinco estaciones de muestreo, realizando un muestreo mensual durante cuatro meses. Los parámetros fisicoquímicos OD, pH, DBO₅, nitratos, fosfatos, coliformes fecales, STD, y turbidez fueron analizados en el laboratorio, mientras que la temperatura se midió in-situ. La valoración del índice IHF se realizó directamente en cada estación de muestreo. En la estación G.S-1, G.S-3 y G.S-5 se calculó el índice WQI, mientras que en la estación G.S-2 y G.S-4 se analizó los parámetros correspondientes a: temperatura, OD, pH, STD y turbidez. Los resultados obtenidos de este estudio según los índices bióticos BMWP/Col y EPT presentaron respectivamente los siguientes valores de calidad: G.S-1, G.S-4 y G.S-5 = BUENA-REGULAR, en la estación G.S-2 = BUENA-BUENA y en la estación G.S-3=ACEPTABLE-REGULAR, con el índice WQI se evidenció un agua de BUENA calidad en las tres estaciones muestreadas, del índice IHF se reportó una calidad OPTIMA en las estaciones G.S-1, G.S-4 y G.S-5, mientras que en las G.S-2 y G.S-3 la calidad del hábitat fluvial es REGULAR. Según el análisis de la ADEVA, los índices biológicos muestran una relación poco significativa con el índice WQI, sin embargo, con el índice IHF la relación es significativa. En conclusión, las calidades del agua de esta microcuenca varían moderadamente en algunas estaciones, por lo que se recomienda establecer un plan de manejo para la conservación de este sistema fluvial, incluyendo los monitoreos fisicoquímicos, biológicos y ecológicos.

PALABRAS CLAVES: <BIOTECNOLOGÍA> <CALIDAD DEL AGUA> < BIOINDICADORES> <MACROINBERTEBRADOS> < BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY PARA COLOMBIA (BMWP/Col)> < EPHEMERÓPTERO, PLECÓPTERO, TRICHÓPTERO (EPT)> <MORONA (CANTÓN)> < SINAÍ (PARROQUIA)

SUMMARY

The objective of this study was to determine water quality through the use of macroinvertebrates in a section of Guanganza Chico river microbasin, using the Biological Monitoring Working Party index of Colombia (BMWP/Col) and Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera (EPT), which were supported by the analysis of the Water Quality Index (WQI) of the NSF and the Fluvial Habitat Index (FHI) ecological index. Five sampling stations were established, carrying out a monthly sampling for four months. The physicochemical parameters DO, pH, BOD₅, nitrates, phosphates, fecal coliforms, TDS, and turbidity were analyzed in the laboratory, while the temperature was measured by in-situ. The assessment of the FHI index was made directly at each sampling station. In station G.S-1, G.S-3 and G.S-5 the WQI was calculated, while in station G.S-2 and G.S-4 the parameters corresponding to: temperature, DO, pH, TDS and turbidity were analyzed. The results obtained from this study according to the biotic indices BMWP/Col and EPT presented respectively the following quality values: G.S-1, G.S-4 and G.S-5 = GOOD-REGULAR, in the station G.S-2 = GOOD-GOOD and in the station G.S-3=ACCEPTABLE-REGULAR, in the WQI index showed a good quality water in the three stations sampled, from the FHI index an EXCELLENT quality was reported in the stations G.S-1, G.S-4 and G.S-5, while in the G.S-2 and G.S-3 the quality of the fluvial habitat is REGULAR. According to the analysis of the ADEVA, the biological indexes show a quite significant relation with the WQI index, however, with the FHI index the relationship is significant. In conclusion, the water quality of this microbasin varies moderately in some sections, so it is recommended to establish a management plan for the conservation of this river system, including physical, chemical and biological monitoring.

KEYWORDS: <BIOTECHNOLOGY>, <WATER QUALITY> <BIOINDICATORS> <MACROINBERTEBRATES> <BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY FOR COLOMBIA (BMWP/Col)> <EPHEMEREPTERO, PLECOPTERO TRICHOPTERO (EPT)> <MORONA (CANTON)> <SINAI (PARISH).

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza, los ecosistemas dulceacuícolas sean considerado entre los recurso renovables más importantes para la vida del planeta (Meza et al., 2012, p. 144), comprende el 1% de la cantidad total de agua presente fácilmente disponible en el planeta, de esta cantidad el 1% se encuentra en los ríos (Meza S et al., 2012, p. 90). Este ecosistema forma parte fundamental en la vida de una gran variedad de organismos vivos, incluyendo al hombre (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 17).

Ecuador posee un gran potencial en recursos hídricos, con 9 demarcaciones hidrográficas (GEOECUADOR2008, 2008, p. 1), incluyen a su vez, cuencas y microcuencas, en un total de 740 unidades hidrográficas. El mayor potencial hídrico del país (79%) se ubica en la vertiente Amazónica, misma que en su mayoría recorre la superficie de la región Oriental (Ecuador-Comisión Económica para América Latina y el Caribe - (CEPAL), 2012, pp. 10–11).

A pesar de su potencial hídrico, los principales problemas ambientales del agua en Ecuador están directamente relacionados con los diferentes usos que se le da a este recurso. Según la base de datos de concesiones de SENAGUA publicada en el 2011, en las demandas sectoriales, el uso consuntivo predominante en el país es el agrícola, representa el 80% del caudal utilizado, seguido por el uso doméstico (13%) y la industria (7%), en cuanto al uso no constitutivo la hidroenergía utiliza el 53 % de caudal (GEOECUADOR2008, 2008, p. 13).

En el Ecuador la contaminación y la degradación de los recursos hídricos son dos problemáticas asociadas directamente al incremento demográfico, falta de cumplimientos a la normativa y la ausencia de sanciones rigurosas. En cuanto a calidad, presenta un deterioro progresivo debido al vertimiento de aguas residuales, la mala disposición final de residuos sólidos y el uso excesivo de agroquímicos y nutrientes que por escorrentía se desplazan hacia los cuerpos de agua (Ecuador-Comisión Económica para América Latina y el Caribe - (CEPAL), 2012, pp. 14–15).

Estos impactos han generado cambios en la composición y estructura de la flora y fauna de los ecosistemas dulceacuícolas, los cuales, se han considerado como indicadores ambientales, que dan testimonio de la calidad del agua que posee un cuerpo hídrico (Arana et al., 2016, p. 69), a su vez, representan un escenario perjudicial para la salud de la población ecuatoriana (Ecuador-Comisión Económica para América Latina y el Caribe - (CEPAL), 2012, p. 15).

Ante esta situación los organismos competentes, han desarrollado varias alternativas para el control y vigilancia de la calidad de los ecosistemas dulceacuícolas, mediante el desarrollo de

varios métodos o índices que tratan de evaluar el deterioro de estos ecosistemas. Uno de los métodos más utilizados han sido los físicoquímicos, que si bien son de gran precisión, representan condiciones instantáneas de las aguas, sin embargo, existen otros métodos como los biológicos, que informan de la situación tanto momentánea como anterior a la toma de muestras (Alba Tercedor and Sánchez Ortega, 1988, p. 51).

Uno de los métodos biológicos más utilizados en la evaluación de los ecosistemas fluviales ha sido el uso de macroinvertebrados acuáticos (Martínez, 2014, p. 5), que debido a sus características, requerimientos especiales y adaptaciones evolutivas a determinadas condiciones ambientales, los convierten en organismos con límites de tolerancia específicos a las diferentes alteraciones de su hábitat (Meza S et al., 2012, p. 1445), además de ser rentables económicamente, estos métodos requieren poco tiempo de inversión (Roldán Pérez, 2016, p. 8).

En el Ecuador se han desarrollado varios estudios de la calidad de ríos, a través de los macroinvertebrados acuáticos, pudiéndose mencionar los de Jacobsen & Encalada (1998); Carrera & Gunkel (2003); Giacometti & Bersosa (2006); Aguilar, Bolagay, Carrera & Vilaña (2009); Terneus, Hernández & Racines (2012) (Arana et al., 2016, p. 70). Por otra parte, Arroyo & Encalada (2009), menciona que la información relacionada con índices biológicos, taxonomía y metodologías apropiadas para el estudio de la fauna bentónica en el Ecuador es escasa, añaden que los macroinvertebrados acuáticos no son utilizados oficialmente para la evaluación y monitoreo del estado de los cuerpos hídricos superficiales (Arroyo J. and Encalada, 2009, p. 22).

Entre los índices biológicos empleados para el estudio sobre la calidad de los ecosistemas dulceacuícolas en nuestro país, se encuentra el índice BMWP-COL y el índice EPT, destacan dado a que solo se requiere llegar hasta nivel de familia para determinar el grado de alteración de un cuerpo hídrico (Roldán Pérez, 2003, p. 29); por lo que estos índices proporcionan una excelente alternativa en el diagnóstico de la calidad del agua (Rosas Acevedo et al., 2014, p. 82).

Conjuntamente a los métodos biológicos, el Índice Hábitat Fluvial (IHF) e Indices Water Quality Index (WQI) de la NSF, sirven como complemento cuando se trata de tomar decisiones sobre la calidad del agua de un cuerpo hídrico. Si bien el Índice del Hábitat Fluvial valora el estado del micro hábitat de los macroinvertebrados, considerando diferentes aspectos de su entorno el WQI, contribuye a determinar el deterioro de la calidad de las aguas superficiales mediante parámetros físicoquímicos y microbiológicos representativos (González Meléndez et al., 2013, pp. 98–99). La integración de estos índices proveen una base sólida para garantizar que los resultados obtenidos estén bien sustentados.

Si bien, Ecuador posee gran potencial en cantidad de recursos hídricos, no lo es en cuanto a calidad, aproximadamente el 70% de sus ríos se encuentran en procesos críticos de

contaminación, debido a las diferentes actividades antrópicas que se realizan en estos ecosistemas (Quiñónez Vera, 2015, p. 3). Entre estos se encuentra la microcuenca del río Guanganza Chico, ubicada entre las parroquias de Sinaí y Cuchaentza perteneciente a los cantones Morona y Huamboya respectivamente de la Provincia Morona Santiago.

La microcuenca del río Guanganza Chico es un recurso fundamental y de gran importancia para el desarrollo y bienestar de los habitantes que hacen uso de sus aguas como sitio recreación, actividades domésticas, actividades productivas y belleza paisajística; además, representa el hábitat de diferentes formas de vida acuáticas y terrestres. Por tanto, la calidad del agua de este cuerpo hídrico, se considera de gran importancia a nivel social y ambiental.

Actualmente, diferentes sitios de esta microcuenca presenta perturbaciones antrópicas, principalmente en zonas con mayor población, por lo que, existen impactos de forma directa e indirecta. De manera directa el agua es empleada para el aseo personal, uso doméstico, afluyente de aguas residuales debido, sitio de recreación, lavado de vehículos y sitio para la disposición de desechos sólidos; indirectamente sobre las riberas existen asentamientos, deforestación y desarrollo de actividad ganadera y agrícola. Estas actividades vienen ocasionan el deterioro en la calidad del agua de esta microcuenca, generando efectos ambientales negativos que amenazan el bienestar de los habitantes.

Ante esta situación y considerando el papel fundamental que desempeñan los macroinvertebrados cuando se trata de evaluar la calidad de un recurso hídrico, el presente estudio tiene como objetivo determinar la calidad de agua de la microcuenca del río Guanganza Chico, mediante un diagnóstico de los métodos biológicos (Índice BMWP-COL y EPT), el cual se respaldará con el método fisicoquímico (WQI de la NSF) y el estudio de las condiciones del entorno fluvial (IHF). Las integraciones de estos métodos contribuirán a la obtención de resultados con mayor precisión y se tendrá un amplio panorama del estado de este ecosistema dulceacuícola (Yumbo et al., 2018, p. 34).

Los resultados que se generen de este estudio, contribuirá como línea base para posteriores estudios que se realicen de la microcuenca del río Guanganza Chico, además, servirán como fundamento para promover el manejo y conservación de este recurso hídrico por parte de las autoridades competentes y de los pobladores.

OBJETIVOS

General

Determinar la calidad del agua mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores en la microcuenca del río Guanganza Chico de la provincia de Morona Santiago.

Específicos

- Valorar la diversidad física del cauce mediante el índice IHF.
- Evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos mediante los índices WQI de la NSF.
- Valorar la calidad del agua mediante los índices biológicos BMWP/Col y EPT.
- Comparar los resultados obtenidos de los métodos biológicos BMWP/Col y EPT con los resultados del índice WQI de la NSF e índice IHF.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Ecosistema acuático

Es el resultado de la interacción del agua, la atmósfera, la tierra y los organismos vivos. Estos ecosistemas constituyen varios hábitats a los que viven asociados los distintos grupos de organismos, que en último término forman la cadena y tramas alimenticias, cuya abundancia y complejidad está determinado por estado trófico del ecosistema (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, pp. 18–19).

1.2. Ciclo hidrológico

Según el pensamiento de Ordoñez Gálvez (2012, p. 6), “Este ciclo se basa en el permanente movimiento de o transferencia de agua, tanto de un punto del planeta a otro, como en sus diferentes estados (líquido, gaseoso y sólido). Está animado por dos causas: La energía solar y la gravedad. En la naturaleza, regula y gestiona las necesidades de cada uno de los seres vivos”

1.2.1. Proceso del ciclo hidrológico

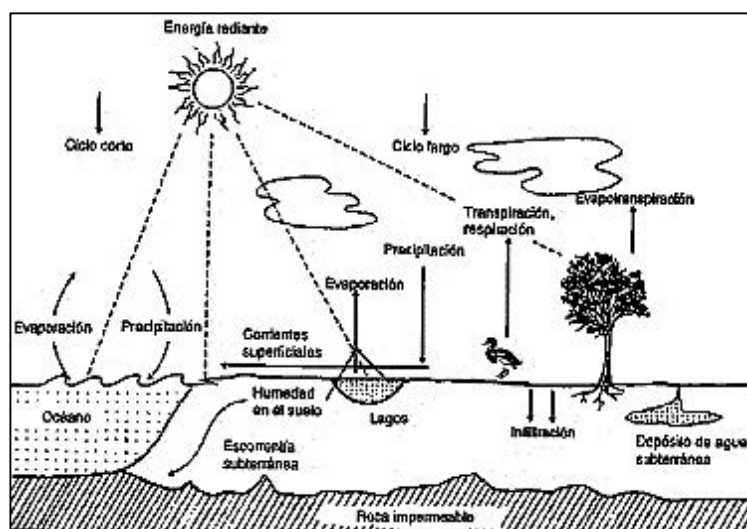


Figura 1-1: Procesos del ciclo hidrológico.

Realizado por: (Roldán Pérez y Ramírez Restrepo, 2008, p. 22)

Consta de tres fases principales: precipitación, evaporación y escorrentía. La precipitación representada por el agua lluvia o nieve, sobre el mar el agua que precipita se evapora rápidamente a la atmosfera, mientras que en la tierra parte del agua es tomada por las plantas y la liberan mediante evapotranspiración, los animales toman parte del agua, liberándola luego por la orina y la respiración, Otra parte del agua lluvia queda retenida en lagos y la tierra, de donde retorna gradualmente a la atmosfera media la evaporación, mientras que va a los ríos y finalmente al mar. Finalmente, parte del agua se infiltra en el terreno y allí puede permanecer por días, meses o años como agua subterránea (Roldán Pérez Ramírez Restrepo, 2008, p. 21).

1.3. Agua

Es un compuesto de gran importancia para la vida el más abundante en la naturaleza y determinante en los procesos físico, químico y biológico que gobiernan el medio natural (García et al., s.f., p. 115), para el hombre este componente es el eje principal para el desarrollo social y económico. A partir de esto, el agua ha venido fragmentándose ocasionando grandes efectos negativos a este componente y a su vez a los servicios que nos ofrece (Encalada, s.f., p. 40).

1.4. Cuenca hidrográfica

Es el espacio de territorio delimitado por la línea divisora de las aguas, conformado por un sistema hídrico, a un lago. que conducen sus aguas a un río principal, a un río muy grande o al mar. Integra las interacciones entre la cobertura sobre el terreno, las profundidades del suelo y el entorno de la línea divisora de las aguas (Carrie, s.f., p. 9).

1.4.1. Componentes de la cuenca hídrica



Figura 2-1: Cuenca hídrica, subcuenca y microcuenca.

Realizado por: (Ordóñez Gálvez, 2012, p. 9)

- **Subcuencas:** Conjunto de microcuencas que drenan a un solo cauce con caudal fluctuante pero permanente.
- **Microcuencas:** Una micro cuenca es toda área en la que su drenaje va a dar al cauce principal de una Subcuenca; es decir, que una Subcuenca está dividida en varias microcuencas.

1.5. Ríos

Son ecosistemas dinámicos, complejos e integradores, mantienen intercambios y relaciones con otros ecosistemas (bosques, pastizales, entre otros) que bordean las orillas del cauce (Vicuña Redondo et al., 1983, p. 12)

Los ríos están formados por el agua que discurre por las vaguadas de la superficie terrestre. Estos cursos de agua pueden tener diversos orígenes: los manantiales dan lugar a formaciones de arroyos que, cuando fluyen, forman un río; en ocasiones pueden originarse por el deshielo de los glaciares; otros ríos se inician en un lago al que sirven como desagüe (Vicuña et al., 1983, p. 15).

1.5.1. Composición de los ríos y sus riveras

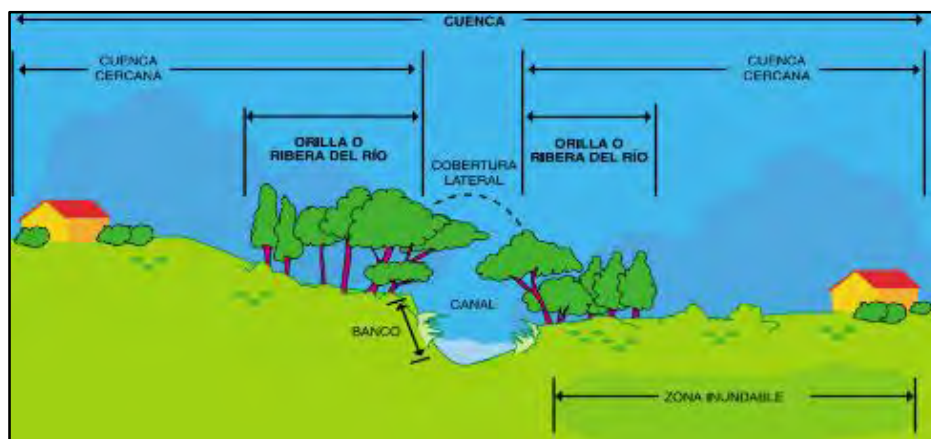


Figura 3-1: Áreas relacionadas con los ríos.

Fuente: (Carrera Reyes y Fierro Peralbo, 2001, p. 21)

La cuenca cercana: Se extiende unos 400 metros alrededor de la vegetación que crece a la orilla del río. Lo que ocurra en esta área afecta directamente la calidad del agua.

La zona inundable: Área de tierra que rodea a un río y que se convierte en pantano cuando hay inundaciones. Al mismo tiempo, zona fértil para los sembradíos por ser húmeda, pero peligrosa para edificar viviendas o criar animales por su inestabilidad.

La ribera del río: Franja de vegetación que crece justo al borde de los bancos del río. Esta zona es una especie de filtro, de esponja, que evita que los contaminantes transportados por la escorrentía se mezclen con el agua del río. Con su humedad controla la erosión de los bancos, y con su sombra regula la temperatura del agua.

Los bancos del río: Son las paredes laterales que mantienen el flujo del agua en su curso. Evitan inundaciones en las cuencas, siempre y cuando la fuerza del agua no los erosione, derrumbe o rebase su altura.

La cobertura lateral: Es aquella capa de vegetación que da protección y sombra a los seres que viven dentro del agua, y mantiene su temperatura (Carrera Reyes y Fierro Peralbo, 2001, p. 21).

1.6. Contaminación del agua

De acuerdo con Roldan, 2008, la contaminación del agua “La adición de sustancias u organismos hacia un cuerpo hídrico, que deterioran su calidad”. Un contaminante puede ser de origen inerte (plomo, mercurio, detergente) y de origen vivo (microorganismos provenientes de aguas negras principalmente)

Por otra parte, Chang. 2009, la define como “La introducción de materiales físico, químicos y biológicos, en un cuerpo hídrico, los cuales generan la degradación de la calidad del agua y afecta a los organismos vivos, como aquellos que los consumen” (Chang Gómez, 2015, p. 15).

Se puede decir entonces que la contaminación de un cuerpo hídrico es la integración de elementos extraños hacia el agua, provenientes de diferentes fuentes alóctonas, que son capaces de alterar las propiedades físicas, químicas y biológicas de un ecosistema dulceacuícola.

1.6.1. Contaminación antrópica de los ecosistemas acuático

El origen de la contaminación de los recursos hídricos está asociado directamente a las actividades antrópicas, es claro que los vegetales y animales no generan vertimientos líquidos en cantidades que pudieran afectar el ecosistema natural. Generalmente la contaminación de un recurso hídrico se da por el depósitos directos o indirectos de toda clase de materiales y generalmente, todo hecho

susceptible de provocar un incremento de la degradación de las aguas, modificando sus características físicas, químicas o bacteriológicas (Segura Triana, 2007, pp. 5–6).

(Roldán Pérez, 2003, p. 12). Las principales fuentes de contaminación causados por las actividades antrópicas son la deforestación, los residuos sólidos y líquidos domésticos, industriales, agrícolas y mineros, causando perturbaciones de dos tipos:

1) Directos al lecho del río:

- Regulación del flujo y desviación
- Destrucción del hábitat: dragado, revestimiento, canalización, presas.
- Vertimiento de aguas residuales

2) Indirectos al lecho del río

- Deforestación
- Dinámica de los sedimentos
- Morfología de causes

1.7. Calidad del agua

Son las características físicas, químicas y biológicas que establecen la composición del agua y la hacen apta para satisfacer la salud, el bienestar de la población y el equilibrio ecológico (Ministerio del Ambiente - Acuerdo No. 061, 2015, p. 127).

Por otra parte (Ministerio de Medio Ambiente, 2000, p. 1), define la calidad del agua desde distintos puntos de vista. En el punto de vista ambiental se la considera como aquellas condiciones que deben darse en el agua para que esta mantenga un ecosistema en equilibrio y para que cumpla un determinado objetivo de calidad (calidad ecológica). Desde el punto de vista funcional, se puede interpretar como la capacidad intrínseca que tiene el agua para responder a los usos que se podría obtener de ella.

1.8. Muestreo

Es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas, sean físicas química o biológicas (Instituto Ecuatoriano de Normalización - NTE INEN 2176, 1998, p. 1).

1.8.1. Tipos de muestreo

- **Muestra puntual:** Es la muestra tomada en un lugar representativo, en un determinado momento (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016, p. 16). Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo (Instituto Ecuatorino de Normalización - NTE INEN 2176, 1998, p. 2).
- **Muestra compuesta:** Consta de la mezcla de varias muestras puntuales de una misma fuente, tomadas a intervalos programados y por períodos determinados (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016, p. 17).
- **Muestra integrada:** Se forma por la mezcla de muestras puntuales tomadas de diferentes puntos simultáneamente, o lo más cerca posible. Un ejemplo de este tipo de muestra ocurre en un río o corriente que varía en composición de acuerdo con el ancho y la profundidad Sierra, 2011.

1.9. Caudal

También llamado Gasto o Descarga, es la medida del volumen de líquido que fluye o atraviesa normalmente la sección transversal del cauce de una corriente, en la unidad de tiempo (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM, 2016, p. 17).

1.9.1. Aforo

Consiste en el conjunto de actividades hidrométricas conducentes a la determinación del caudal de una corriente de agua. las actividades realizadas en un aforo son el levantamiento del perfil transversal de la sección de aforo y las mediciones de profundidades y velocidades del flujo en distintos puntos de la sección transversal (Pérez Marbello, 2016, p. 241).

1.9.2. Aforo con flotador

Consiste en la medición del caudal empleando un objeto flotante (Flotador) en un tramo determinado de la corriente. El método conviene emplearlo en cuerpos de agua pequeños, durante períodos de buen tiempo.

- 1) **Selección del objeto flotante:** se puede emplear objetos como: botellas, troncos de madera o ramas lisas, que contengan suficientes materias (arena, agua o piedra) para que flote con su parte superior justo encima de la superficie.
- 2) **Selección del tramo:** en un tramo se determina la distancia, debe ser de sección recta y uniforme, de sección trasversal uniforme, sin turbulencia, de preferencia sin piedras ni troncos de árboles, de manera que el agua fluya libremente (Ministerio del Ambiente - Acuerdo No. 061, 2015, pp. 3-4).
- 3) **Medición del área de la sección:** se obtiene midiendo con un fluxómetro el ancho del cauce en la cual se determina el punto de inicio y el punto de llegada y se colocan estacas en lo extremo. El ancho del cauce se divide en partes iguales (mínimo 3) y se mide las alturas de las columnas agua.
- 4) **Medición de la velocidad:** Aguas arriba del tramo se deja caer el objeto flotante al menos 5 veces y con un cronometro se toma el tiempo que se demora el recorrer desde el punto de inicio hasta el punto de llegada (Ministerio de Medio Ambiente, 2000, p. 16).
- 5) **Calculo del caudal:** se obtiene relacionando la velocidad de la corriente superficial, el área total de la sección transversal y un factor de corrección se obtiene según la tabla 1-1, el resultado se obtiene en litros sobre segundo (Sánchez et al., 2010, p. 19).

Tabla 1-1: Valor del factor de corrección (K) para la determinación del caudal.

Tipo de cauce	Factor de corrección (Fca.)
Canal revestido en concreto, profundidad el agua > 15	0.8
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5
Riachuelos profundidad del agua < 15 cm.	0.5 – 0.15

Fuente: <http://> (Sánchez et al., 2010, p. 19).

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

1.10. Índice de calidad del agua

Se define como una expresión simple de una combinación más o menos compleja de un número de parámetros que sirven como expresión de la calidad del agua; el índice puede ser representado por un número, un rango, una descripción verbal, un símbolo o incluso un color (“Indicadores de la calidad del agua generalidades,” n.d., p. 27). Surge como una herramienta para la evaluación del recurso

hídrico fundamental en procesos decisorios de políticas públicas y en el seguimiento de sus impactos (Torres et al., 2009, p. 82).

Según Guillén, Teco, Kohl Mann y Yemas, el Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un cercano o igual a 0%, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100% (Castro et al., 2015, p. 114).

La información resultante puede ser fácilmente interpretada que una lista de valores numéricos, pudiendo rápidamente tener una idea clara de la situación que expresa el índice como contaminación excesiva, media o inexistente, entre otros de fácil comprensión y abstracción (“Indicadores de la calidad del agua generalidades,” n.d., p. 27).

1.11. Índice WQI de la Nacional Sanitación Fundación (NSF)

Fue desarrollado por la Nacional Sanitación Fundación de estados unidos en 1970, basados en la estructura del índice de Norton y el uso de la técnica de investigación Delphi, para definir los parámetros, pesos ponderados, subíndices y clasificación a ser empleados en el cálculo Tabla 2-1. (“Indicadores de la calidad del agua generalidades,” n.d., p. 84)

Está conformado por ocho parámetros fisicoquímicas: Oxígeno disuelto, pH, DBO₅, Nitratos, Fosfatos, Desviación de la Temperatura, Turbidez y Sólidos Totales Disueltos; y un parámetro biótico: coliformes fecales. Su estimación está orientada al empleo para la valoración del agua superficial para consumo humano (González Meléndez et al., 2013, p. 98).

Tabla 2-1: Parámetros, unidades y factor de ponderación del índice WQI de la NSF

Parámetros de calidad	Unidades	Factor de ponderación
Oxígeno disuelto	% Sat	0.17
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	0.16
pH	Unidades	0.11
DBO ₅	mg/L	0.11
Cambio de Temperatura	°C	0.10
Fosfatos Totales	mg/L PO ₄ -P	0.10
Nitratos	mg/L NO ₃	0.10
Turbidez	NTU	0.08
Sólidos Totales	mg/L	0.07
Sumatoria índice		1

Fuente: (“Indicadores de la calidad del agua generalidades,” n.d., p. 47)

Realizado por: Montica Lozano, 2019

Tabla 3-1: Rangos de calidad de agua según el índice WQI de la NSF

Denotación	Rango	Color
Excelente	91-100	Light Blue
Buena	71-90	Light Green
Media	51-70	Yellow
Mala	26-50	Orange
Muy Mala	0-25	Red

Fuente: ("Indicadores de la calidad del agua generalidades," n.d., p. 47)

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

1.11.1. Parámetros fisicoquímicos

- **Temperatura**

Es uno de los parámetros más importantes del agua. Además de afectar la viscosidad y las reacciones químicas en el agua (Sierra, 2011, p. 55). La temperatura del agua influirá en la cantidad de oxígeno presente en el agua ya que a mayor temperatura se acelerará el proceso fotosintético, así como la remoción de materia orgánica (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012, p. 11).

- **Oxígeno disuelto**

Después de la temperatura, el oxígeno disuelto es uno de los factores más importantes que deben ser medidos en el agua (Roldán Pérez y Ramírez Restrepo, 2008, p. 14). Hace referencia a la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua y que es esencial para la vida de cualquier organismo acuático. Las fuentes de oxígeno son la precipitación pluvial, la difusión del aire en el agua, la fotosíntesis, los afluentes y la agitación moderada. Por otro lado, el consumo de oxígeno ocurre por respiración de plantas y animales, las demandas bioquímica, química y bentónica de oxígeno, la agitación excesiva, entre otros. (Roldán Pérez y Ramírez Restrepo, 2008, p. 181).

- **Turbidez**

En el agua es causada por la materia en suspensión y coloidal, que incluye partículas de arcilla y limo, materia orgánica e inorgánica finamente particulada, plancton y otros organismos microscópicos (Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de la provincia de misiones., s.f., p. 23). Es producida principalmente por la erosión natural de la cuenca a los cuales aporta sedimentos al cauce del río, y debido a la contaminación causada por la industria y desechos domésticos (Sierra, 2011., p.55).

- **Sólidos totales disueltos**

Es una medida de la concentración total de iones en solución. Comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012, p. 11). Las concentraciones son muy variables, bien sea por la influencia ejercida a causa de la naturaleza del sustrato, o por efectos de la contaminación doméstica e industrial producida por el hombre (Roldán Pérez y Ramírez Restrepo, 2008, p. 33).

- **pH**

Es un término utilizado para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o básicas del agua, calculando el número de iones hidrógenos presentes. Por análisis químico se sabe que el pH se encuentra en una escala de 0 a 14, cuando el valor es igual a 7 se considera un pH neutro para el agua, valores debajo de 7 indica un pH ácido, por lo contrario, si el valor excede de 7 el pH es básico. El pH se puede medir en campo o en laboratorio por medio de un instrumento electrónico (pH-metro) (Grupo de estudio técnico ambiental - GESTA Agua, 2014, p. 7).

- **Nitratos**

El nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en el agua. se forman en la descomposición de las sustancias orgánicas nitrogenadas, principalmente proteínas. (Sierra, 2011., p. 72). En las aguas superficiales el nitrato normalmente se encuentra en concentraciones menores de 1 mg/L. concentraciones por encima de los 5 mg NO₃/L usualmente indican contaminación, ya sea por desechos domésticos, de animales o la escorrentía (Sierra, 2011., p. 72).

- **Fosfatos**

El fósforo se encuentra en las aguas naturales y superficiales como fosfatos (Giraldo Gómez, 1995, p. 95). De forma natural el fósforo ingresa a los cuerpos acuático como fosfato por acción de las lluvias, esta disuelve las rocas y es transportado hacia las masas de agua. Actualmente el hombre también agrega fósforo a los ecosistemas acuático mediante los fertilizante y detergentes que se utilizan en la agricultura e industria. El análisis del fosfato se puede determinan mediante pruebas colorimétricas (Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de la provincia de misiones., s.f., p. 22).

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno(DBO)**

Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos (bacterias principalmente) para degradar, oxidar, estabilizar, la materia orgánica presente en un cuerpo hídrico. Es uno de los parámetros más ampliamente utilizados para determinar la cantidad de materia orgánica de una muestra de agua. La prueba más conocida es la DBO5, consiste en realizar una incubación de la muestra de agua en el laboratorio en condiciones oscura y a temperatura constante (generalmente de 20 o 25 °C) y al cabo de cinco días se mide el consumo de oxígeno por parte de los microorganismos, y los resultados se expresan en mg/L de oxígeno consumido (Ministerio de ecología y recursos naturales renovables de la provincia de misiones., s.f., p. 25).

- **Coliformes fecales**

El grupo de coliformes fecales, está constituido por bacterias Gram-negativas. Este grupo no incluye una especie determinada, sin embargo, la más prominente es *Escherichia coli*.

Su presencia es un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus de carácter patógeno, ya que los coliformes fecales están presentes siempre en las heces humanas y de los animales (Sierra.2011., p.82). La presencia de coliformes en el suministro de agua es un indicio de que el suministro de agua puede estar contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición. Generalmente, las bacterias coliformes se encuentran en mayor abundancia en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012, p. 13).

1.12. Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Valora siete aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. Los aspectos a evaluar son:

1. **Inclusión en los rápidos – sedimentación en las pozas:** Inclusión, se contabiliza el grado en que las partículas del sustrato están fijadas en el lecho del río. Sedimentación, es la deposición de material fino en zonas más lenticas del río.
2. **Frecuencia de rápidos:** se estima el promedio de la aparición de rápidos en relación a la presencia de zonas más remansas.
3. **Composición del sustrato:** es la estimación visual aproximada de la composición media del sustrato (HiDromoforlógia de los Ríos, 2015, pp. 67–68).

Regímenes de velocidad/profundidad: evalúa el efecto conjunto de los diferentes tipos de velocidades y la profundidad de la columna de agua de un tramo del río (Acosta et al., 2014, p. 17).

4. **Porcentaje de sombra en el cauce:** evalúa visualmente la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que llega al canal del río (HiDromoforlógia de los Ríos, 2015, pp. 67–68).
5. **Elementos de heterogeneidad:** Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, roncós o raíces dentro del lecho del río. Estos proporcionan el hábitat y una fuente de alimento a los organismos acuático (HiDromoforlógia de los Ríos, 2015, p. 68).
6. **Cobertura de vegetación acuática:** Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial (Protocolos, 2014, p. 68).
7. El valor global del índice se obtiene sumando los valores parciales de los siete apartados, posteriormente el valor obtenido se analiza en la tabla de clasificación de la calidad según el índice de hábitat fluvial (Tabla 4-1) (HiDromoforlógia de los Ríos, 2015, p. 68).

La suma de la puntuación del índice puede arrojar un valor máximo de 100 puntos y un valor mínimo de nunca cera 0, ya que siempre habrá un elemento que valorar. Pueden darse puntuaciones bajas provocadas por causas naturales del tramo estudiado (Protocolos, 2014, p. 61).

Tabla 4-1: Rangos de calidad de hábitats acuáticos según el índice IHF

VALOR IHF	NIVEL DE CALIDAD	COLOR
>70	Óptima	
40 – 70	Buena	
< 40	Mala	

Fuente: (Haun and Fortes, 2015, p. 14)

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

1.13. Indicadores biológicos

Son todos los organismos indicadores de las condiciones del medio en el que se desarrollan, su existencia en un espacio y momento determinado responden a su capacidad de adaptarse a los distintos factores ambientales. Los indicadores biológicos se han asociado directamente con la calidad del agua. Más que, un organismo, el indicador biológico se refiere a la población de individuos de la especie indicadora, y en el mejor de los casos al conjunto de especies que conforman una comunidad indicadora. Estas especies son seleccionadas por su sensibilidad o

tolerancia a varios parámetros, Odum (1972 in Vázquez, et al), define a los organismos indicadores como la presencia de una especie en particular, que demuestra la existencia de ciertas condiciones en el medio, mientras que su ausencia es la consecuencia de la alteración de tales condiciones (Exnarro, 2011, p. 3).

1.14. Macroinvertebrados acuático

Los macroinvertebrados son organismos que se pueden observar a simple vista; en términos generales, todos aquellos que tienen tamaños superiores a 0,5 mm de largo. Dentro de esta categoría están los poríferos, hidrozooos, turbelarios, oligoquetos, hirudíneos, insectos, arácnidos, crustáceos, gastrópodos y los bivalvos (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 324).

Los grupos de macroinvertebrados que habitan en agua dulce muestran una gran variedad de adaptaciones, incluyendo importantes diferencias en sus ciclos de vida. Constituyen el grupo dominante en los ríos, aunque también se encuentran en la zona litoral y el fondo de lagos y lagunas (Samanez Valer et al., 2014, p. 37).

Estos animales proporcionan excelentes señales sobre la calidad del agua y al usarlos en el monitoreo, puede entender claramente el estado en que ésta se encuentra: algunos de ellos requieren agua de buena calidad para sobrevivir; otros, en cambio otros, resisten, crecen y abundan cuando hay contaminación (Roldán Pérez, 2016, p. 29).

1.14.1. Hábitats acuáticos

Unos viven enterrados en el sustrato; otros sobre él, adheridos a rocas, piedras y restos de vegetación; otros prefieren las orillas de ríos y lagos, donde viven adheridos a la vegetación ribereña; unos nadan sobre la superficie del agua, en tanto que otros se desempeñan como nadadores; unos prefieren corrientes rápidas y otros, lentas; por último, unos prefieren fondos lodosos; en cambio, otros, fondos arenosos o pedregosos (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, pp. 324–325).

- **Hábitats lóaticas**

Regularmente se encuentra una fauna diversa, con adaptaciones estructurales como ventosas y ganchos para resistir la corriente. En las corrientes también existen las zonas de deposición en las donde el agua es lenta y los materiales que llevan en suspensión se precipitan fácilmente formando

sustratos fangosos y arenosos. En estas zonas la diversidad de especies es menor (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 325).

- **Hábitats lénticas**

Son aguas quietas como lagos, charcas y represas. Regularmente, presentan tres zonas: litoral, que presenta abundante vegetación acuática, lo que favorece el desarrollo de gran número de especies de macroinvertebrados acuáticos; la zona ligmética, de aguas abiertas y donde solo unas pocas especies flotantes pueden vivir allí; y la profundidad, que por lo general está desprovista de luz y el oxígeno existente es poco, lo que limita el número de especies en ella, pero alcanza a menudo un alto número de individuos de una misma especie por área. (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 325).

1.14.2. Modos de vida de los macroinvertebrados

Los macroinvertebrados reciben diferentes nombres de acuerdo con el tipo de adaptación que presenten, ya que pueden vivir en el fondo, en la superficie o nadar libremente.

- **Bentos**

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos adheridos a sustratos como rocas, piedras, plantas acuáticas y residuos vegetales, o enterrados en el sustrato (debajo de rocas, troncos y residuos vegetales, es común encontrar gran variedad de *ephemerópteros*, *trichópteros*, *coleópteros*, *plecópteros*, *dípteros* y *megalópteros*. Algunos están adheridos al sustrato por medio de ventosas, como los *blefaricéridos* y sanguijuelas; otros, con ganchos y uñas, como es el caso de la mayoría de los insectos; y otros están pegados a las rocas con sustancias de secreción, por ejemplo, gran parte de los *tricópteros* constructores de casas. (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 325).

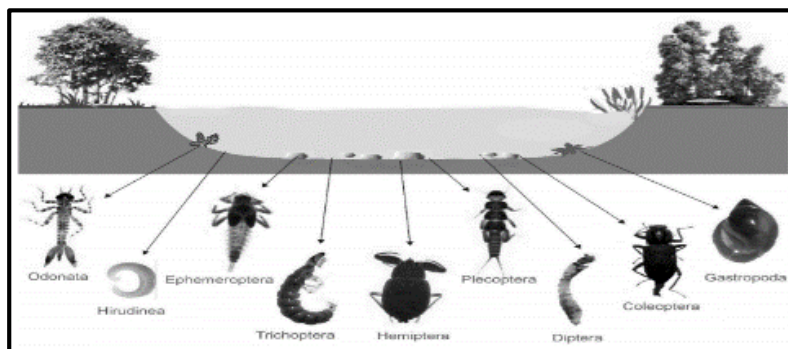


Figura 4-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Bentos.

Fuente: (Arango and Ospina, 2005, p. 13)

- **Necton**

Se agrupan todos aquellos organismos que nadan activamente en el agua, de la misma forma que lo hacen los peces. Entre estos organismos se encuentran efemerópteros de la familia *Baetidae* hemípteros de las familias *Corixidae* y *Notonectidae*, y coleópteros de las Familias *Dytiscidae*, *Gyrinae* e *Hydrophilidae*.

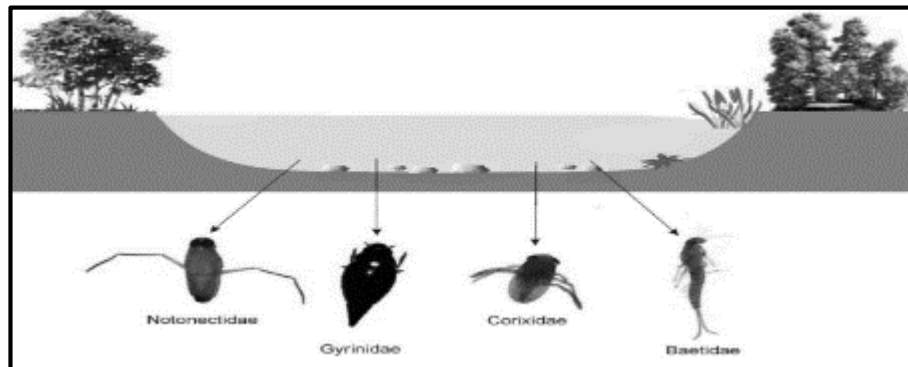


Figura 5-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Necton.

Fuente: (Arango and Ospina, 2005, p. 13)

- **Neuston**

Son aquellos organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uñas, sus patas y su exoesqueleto están recubiertos por una especie de cera que los hace impermeables, así que, en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias *Gerridae*, *Hydrometridae* y *Veliidae* del Orden *Hemiptera* (figura 6-1). (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008).

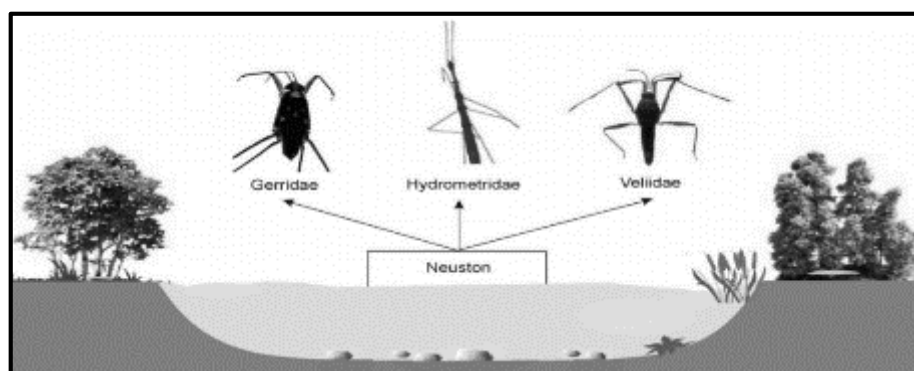


Figura 6-1: Macroinvertebrados representativos de hábitats Neuston.

Fuente: (Arango and Ospina, 2005, p. 13)

1.14.3. Alimentación de los macroinvertebrados

El alimento de los animales de agua dulce se puede originar dentro del ecosistema acuático (autóctono) o venir del terrestre (alóctono). Los herbívoros y carnívoros se alimentan de organismos vivos, mientras que los detritívoros se alimentan de materia orgánica en descomposición (detritus) (Hanson et al., 2010).

- **Herbívoros**

Fragmentadores, toman pedazos grandes (>1mm) de tejido vegetal. Pueden alimentarse externamente o internamente como minadores de tallos u hojas (algunos *Chironomidae*), o de raíces enterradas en los sedimentos (*Coleóptera*, *Curculionidae*).

No fragmentadores, induce agallas en plantas acuáticas (*Chironomidae*) o succionan savia (*Hemípteros*). Otros se alimentan de algas microscópicas, seleccionan su alimento con base a su tamaño y disponibilidad. Algunos filtran partículas en suspensión a través de cepillos bucales o redes de seda. Otros son raspadores que se alimentan de algas (perifiton) y microbios adheridos a las rocas u otros sustratos; ejemplos incluyen: *Ephemeropteros*, *Trichópteros* y caracoles.

- **Carnívoros**

Depredadores, la mayoría mastican la presa, pero algunos le inyectan enzimas y succionan su contenido (chinchas; larvas de los coleópteros; ninfas y adultos de ácaros). A menudo los depredadores poseen adaptaciones morfológicas para capturar la presa, por ejemplo, las patas raptorales en chinchas y el labio extensible en Odonata. Algunos filtradores son depredadores cuando se alimentan de animales planctónicos (zooplancton).

Parasitoides, viven en una asociación íntima con un hospedero y a diferencia de un parásito, siempre lo matan. A diferencia con un depredador, la larva de un parasitoide consume un solo individuo. Este grupo es muy escaso en los ecosistemas acuáticos.

Parásitos, al igual que el grupo anterior, estos viven en una asociación íntima con un hospedero, pero generalmente no lo matan. Se incluyen Sisyridae (Neuróptera) que son parásitos de esponjas (Porífera), Branchiura y algunos Copepoda (Crustáceo) en peces, Bopyridae (Isópoda) en las branquias de camarones, las larvas de ácaros en los adultos de insectos acuático y las larvas de algunas almejas (Unionida) en branquias de peces.

- **Detritívoros**

Se alimentan de detritus (materia orgánica muerta) e incluyen los siguientes grupos funcionales.






Fragmentadores. - Se alimentan de pedazos de hojas en descomposición (Fig. 15) o fragmentos de madera, una dieta que incluye muchos microorganismos (bacterias y hongos), lo cual aumenta el valor nutricional de las hojas. Ellos convierten estos fragmentos en partículas más finas de materia orgánica.

Filtradores. - Utilizan estructuras especializadas del cuerpo (cepillos bucales (Simuliidae), patas con brochas de setas en algunas Ephemeroptera y Trichóptero, branquias ciliadas en almejas) o redes de seda (Trichoptera y Chironomidae), funcionan como filtros para remover partículas finas del agua. Aprovechan corriente fuerte que lleva mayor cantidad de alimento. Muchos filtradores son más bien omnívoros porque se alimentan tanto de materia viva como de materia muerta.

Recogedores. - (recolectores) son animales que recogen partículas finas depositadas en el agua.

1.14.4. Principales grupos de macroinvertebrados ecosistemas fluviales

Tabla 5-1: Principales macroinvertebrados de los sistemas fluviales

Descripción	Ilustración
<p>Filo: <i>Platyhelminthes</i> La mayoría pertenece a la familia Planariidae, poseen cuerpos alargados y planos; alcanza los 30 mm; son carnívoros; habitan aguas bien oxigenadas, poco profundas lólicas o lénticas debajo de piedras, hojas, ramas y troncos, algunas especies resisten altos grados de contaminación orgánica.</p>	 Familia: <i>Planariidae</i>
<p>Filo: <i>Nematomorpha</i> De forma filamentosos similar a un cabello; se le conoce como gusano crin de caballo. Viven en aguas limpias adheridos a la vegetación o debajo de piedras, la mayoría pertenecen a la familia <i>Chordodidae</i>.</p>	 Orden: <i>Gordioidea</i>
<p>Filo: <i>Mollusca</i> Se divide en dos clases Llamados caracoles, poseen una concha enrollada, su tamaño varío entre 2y 70 mm; viven en las orillas de aguas quietas y poco profunda con altas concentraciones de carbonato de calcio, están asociados a lugares con mucha vegetación acuática y materia orgánica en descomposición. son viajeros. Bivalvia: Su tamaño varía de 2 a 180 mm de longitud, viven en aguas lólicas y lénticas, se encuentran enterrados debajo de sustrato o fijados a la vegetación acuática, viven en aguas limpias o poco contaminadas.</p>	 Clase: <i>Gastropoda</i>  Clase: <i>Bivalvos</i>
<p>Filo: <i>Annelida</i> Descripción: en aguas dulces están representados por la clase Oligochaeta e Hirudinea, Oligochaeta. - Su tamaño varía entre 1y30mm, se alimenta de algas, diatomeas y detritos animal y vegetal, viven en aguas con alta materia orgánica en</p>	 Clase: <i>Oligochaeta</i>

- Son abundantes, de amplia distribución y fácil de recolectar
- Son sedentarios en su mayoría (reflejan condiciones locales).
- Relativamente fáciles de identificar
- Presentan los efectos de las variaciones ambientales de corto tiempo
- Proporcionan información para integrar efectos acumulativos
- Poseen ciclos de vida largos
- Son apreciables a simple vista
- Se pueden cultivar en el laboratorio
- Responden rápidamente a tenses ambientales
- Varían poco genéticamente

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

Inicialmente fue establecido en Inglaterra en 1970, posteriormente fue adaptado por Roldan en 1997, 1999, para evaluar la calidad del agua en Colombia. Fue establecido como un método simple y rápido para evaluar la calidad del agua usando los macroinvertebrados como bioindicadores, dado que es un método factible en cuanto a costo y el tiempo invertido.

El método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos (presencia o ausencia). El puntaje va de 1 a 10 de acuerdo a la tolerancia de diferentes grupos a la contaminación orgánica (Tabla 6-1), las familias más sensibles a la contaminación reciben un puntaje de 10, mientras que las familias más tolerantes a la contaminación reciben una puntuación de 1 (Roldán Pérez, 2003, pp. 29–30).

Tabla 6-1: Puntajes de las familias de macroinvertebrados para el índice BMWP/Col.

FAMILIAS	PUNTAJES
Anomalopsychidae, Atriplectididae, Blepharoceridae, Calamoceratidae, Ptilodactylidae, Chordodidae, Gomphidae, Hydridae, Lampyridae, Lymnessiidae, Odontoceridae, Oligoneuriidae, Perlidae, Polythoridae, Psephenidae.	10
Ampullariidae, Dytiscidae, Ephemeridae, Euthyplociidae, Gyrinidae, Hydraenidae, Hidrobiosidae, Leptophlebiidae, Philopotamidae, Polycentropodidae, Polymitarcydae, Xiphocentronidae.	9
Gerridae, Hebridae, Helicopsychidae, Hydrobiidae, Leptoceridae, Lestidae, Palaemonidae, Pleidae, Pseudothelphusidae, Saldidae, Simuliidae, Veliidae, Corduliidae	8
Baetidae, Caenidae, Calopterygidae, Coenagrionidae, Corixidae, Dixidae, Dryopidae, Glossosomatidae, Hyalellidae, Hydroptilidae, Hydropsychidae, Leptohiphidae, Naucoridae, Notonectidae, Planariidae, Psychodidae, Scirtidae	7
Aeshnidae, Ancyliidae, Corydalidae, Elmidae, Libellulidae, Limnichidae, Lutrochidae, Megapodagrionidae, Sialidae, Staphylinidae, Gammaridae, Atyidae.	6
Belostomatidae, Gelastocoridae, Mesoveliidae, Nepidae, Planorbiidae, Pyralidae, Tabanidae, Thiaridae, Dugesiiidae,	5






Chrysomelidae, Stratiomyidae, Haliplidae, Empididae, Dolichopodidae, Sphaeridae, Lymnaeidae, Hydrometridae, Noteridae, Limoniidae.	4
Ceratopogonidae, Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Hydrophilidae, Physidae, Tipulidae, Bithyniidae.	3
Culicidae, Chironomidae, Muscidae, Sciomyzidae, Syrphidae	2
Tubificidae	1

Fuente: (Roldán Pérez, 2003, p. 31)

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

La tabla 7-1 indica las cinco clases de calidad de agua resultantes de sumar la puntuación total obtenida de las familias encontradas en un ecosistema estudiado. La puntuación final se designa como valor BMWP/Col. (Roldán Pérez, 2003, p. 31).

Tabla 7-1: Rangos de calidad de agua según el índice BMWP/Col.

CLASE	CALIDAD	BMWP/Col	SIGNIFICADO	COLOR
I	Bueno	>150, 101-120	Aguas muy limpias a limpias	
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudoso	36- 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítico	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy critica	>15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: (Roldán Pérez, 2003, p. 32)

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

1.16. Índice Ephemeroptero, Plecóptero, Trichóptero (EPT)

La Orden Ephemeroptero, Plecóptero y Trichóptero son las más representativas de los macroinvertebrados bentónica y poseen un gran potencial como indicadores del estado ecológico del hábitat y la calidad del agua (García and Turizo, 2015, p. 12).

- **Ephemeropteros**

Conocidas también con “moscas de mayo”, los Ephemeropteros se los denomina con este nombre debido a su vida corta “efémera” que llevan como adultos. Está conformada por un pequeño grupo hemimetábolos (con metamorfosis incompleta) de insectos alados (con alas) (Roldán Pérez, 2003, p. 20). La forma larvaria (ninfa) es acuática y forma adulta (imago) son terrestres y no se alimenta, en este estado, algunos viven solo minutos, pero la mayoría vive de 3 a 4 días (Giraldo Gómez, 1995, p. 1).

Las ninfas generalmente se encuentran adheridas a las rocas, troncos, hojas y vegetación sumergida, ya que posee estructuras que permiten fijarse al sustrato, unas pocas especies se

encuentran en los fondos lodosos o arenosos; respiran a través de agallas abdominales, le alimentan de algas y tejidos de plantas acuáticas.

Por lo regular viven en aguas corrientes, limpias y bien oxigenadas, solo algunas especies resisten bajos grados de contaminación. Generalmente se consideran indicadores de buena calidad (Roldan Perez et al., 1996, p. 20).

- **Plecópteros**

También conocidas como “moscas de piedras”, es un grupo relativamente pequeño de insectos, son hemimetábolos, pasan por tres estadios (huevo, ninfa y adulto) (Gutiérrez Fonseca, 2010, p. 139). Su tamaño varía entre los 10 a 30 mm y de coloración oscura. La respiración lo hace a través de agallas y la piel. Las ninfas viven en aguas rápidas, bien oxigenadas, debajo de piedras, ramas, troncos y hojas. Comúnmente se encuentran en aguas localizadas a 2000 m de altura. Son por lo tanto indicadoras de aguas muy limpias y oligotróficas (Roldan Perez et al., 1996, p. 78).

- **Trichópteros**

Son insectos holometábolos, pasa por cuatro etapas (huevo, larva, pupa y adulto), solo la etapa adulta es terrestre; la mayoría requiere de dos años para desarrollarse (Gutiérrez Fonseca, 2010, p. 151).

Es una de las órdenes de insectos más diversos, que se caracterizan por construir casas o refugios de formas variadas, que construyen en un estado larva, que le sirve como protección y búsqueda que alimento y oxígeno. Sus larvas viven en todo tipo de hábitats, pero su mayor diversidad está en lóticos fríos. Viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, bajo de piedras, troncos y material vegetal; algunos viven en aguas quietas y remansos. En general son indicadoras de buena calidad. (Gutiérrez Fonseca, 2010, p. 145).

El índice EPT, se basa en el estudio de tres grupos de macroinvertebrados del orden Ephemeroptero, Plecóptero y Trichóptero, como indicadores de la calidad del agua. Las sensibilidades a los contaminantes de origen orgánico presentes en el agua, los hacen excelentes bioindicadores. La presencia de estos organismos en el agua son indicativos de aguas limpias, por lo contrario, un número reducido o su ausencia total, representa la contaminación del ecosistema acuático en estudio (Roldán Pérez, 2016, p. 42).

La tabla 8-1 indica las cuatro clases de calidad de agua que resulta del cálculo de la abundancia de individuos de esta orden.

Tabla 8-1: Rangos de calidad de agua según el índice EPT.

CLASE	ÍNDICE EPT (%)	CALIDAD DEL AGUA	COLOR
1	75-100	Muy buena	
2	50-74	Buena	
3	25-49	Regular	
4	0-24	Mala	

Fuente: (Roldán Pérez, 2016, p. 43)

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

1.17. Tipología de hábitats para recolección de macroinvertebrados.

Para la recolección de macroinvertebrados se debe considerar el hábitats en los que se pueden encontrar lo macroinvertebrados. En los sistemas fluviales los macroinvertebrados pueden habitar aguas corrientes y pozas los cuales pueden contener rocas, troncos, retos vegetales, fango o arena. Es importante seleccionar un tramo que abarque todas estas características o la mayor parte de estas hábitats, esto permitirá recolectar la máxima diversidad de macroinvertebrados (Roldan Perez et al., 1996).



Figura 7-1: Tipos de hábitats para la recolección de macroinvertebrados

Fuente: (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 28)

1.18. Tipos de redes para la recolección de macroinvertebrados bentónicos

- **Red patada**

Está constituida por dos mangos de madera, de 1,5m de longitud, el cual sostiene una malla metálica de 1m de ancho y 1m de largo, con orificios de 0.5mm.

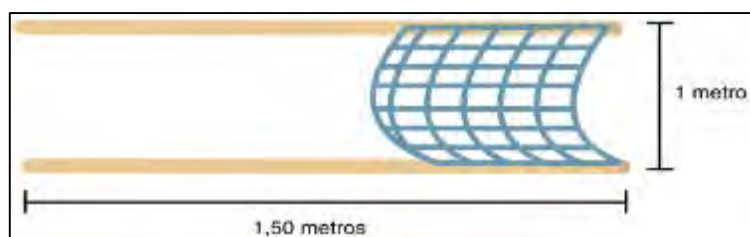


Figura 8-1: Esquema de la red patada

Fuente:(Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 37)

- **Red Surber**

Está formada por dos marcos metálico de 30cm de ancho por 30cm de largo, unidos entre sí; unos de los marcos sostiene una red metálica con ojo de malla de 0.5 mm de diámetro, en forma cónica de 45cm de profundidad.

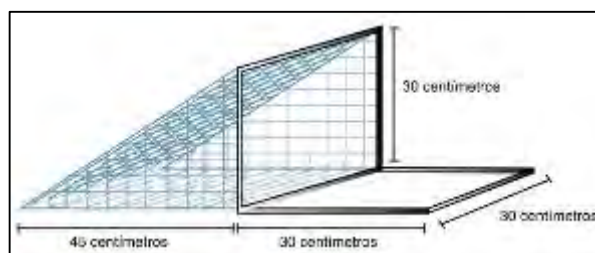


Figura 9-1: Esquema de la red Surber

Fuente: (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 38)

1.19. Muestreo de macroinvertebrados en diferentes tipos de sustratos

- **Aguas corrientes poco profundas**

Aquí la red de mano es el más sencillo y eficiente para obtener una abundante y variada fauna béntica. Una persona la toma por sus dos mangos fijándola al sustrato en contra de la corriente y otra persona, remueve el fondo con sus pies aguas arriba; las larvas presentes son arrastradas por la corriente y atrapadas en la red. El anterior es un buen método "cualitativo" (Roldan Perez et al., 1996, p. 3).



Figura 10-1: Método de recolección en aguas poco profundas mediante red patada.

Fuente: (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 36)

Para obtener muestras cuantitativas se usa la red Surber. El marco se coloca sobre el fondo de la corriente y con las manos se remueve ve el material del fondo, quedando así atrapadas las larvas en la red. Esta operación se repite al menos tres veces en cada sitio, pudiéndose así, calcular el número de organismos por metro cuadrado (Roldan Perez et al., 1996, p. 4).



Figura 11-1: Método de recolección en aguas poco profundas mediante red Surber.

Fuente: (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 38)

Los métodos anteriores pueden complementarse tomando con las manos piedras, rocas, hojas o sustratos similares y con una pinza de punta fina, se van tomando los organismos uno por uno y se depositan en un frasco pequeño con alcohol ("Viales") si se desean fijar en el campo; o en frascos de mayor capacidad (cerca de 1 litro), si se desean llevar vivos al laboratorio para su cultivo y seguimiento hasta adultos (Roldan Perez et al., 1996, p. 4).



Figura 12-1: Método de recolección complementario.

Fuente: (Carrera Reyes and Fierro Peralbo, 2001, p. 36)

En todos los casos anteriores se toma sustrato del fondo, es conveniente depositar primero éste en una bandeja blanca, pues allí se pueden observar mejor los organismos capturados.

1.20. Marco legal

1.20.1. Constitución de la República del Ecuador

1.20.1.1. Título II: Derechos

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

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

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

1.20.1.2. Título VI: Régimen de desarrollo

Art: 276, Literal 4; Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de

calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

1.20.1.3. Título VII: Régimen del buen vivir

Art. 411: El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de aguas (Constitución de la República del Ecuador, 2015, pp. 13, 14, 36, 122 y 181).

1.20.2. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

Art. 12: Art. Protección, recuperación y conservación de fuentes.- El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley.

Art. 57.- Definición: El derecho humano al agua es el derecho de todas las personas a disponer de agua limpia, suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico en cantidad, calidad, continuidad y cobertura.

Art. 64.- Conservación del agua: La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

d) La protección de las cuencas hidrográficas y los ecosistemas de toda contaminación (Asamblea Nacional - República del Ecuador, 2015, pp. 3, 10).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.2. Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el centro poblado de la parroquia Sinaí, Cantón Morona, Provincia de Morona Santiago, de la región Amazónica (Anexo A).

2.2.1. Microcuenca del río Guanganza Chico

Este sistema fluvial posee una longitud de 7.07 Km (PDYOT SINAI, 2015, p. 39), desde su nacimiento en la parroquia Sinaí hasta su desembocadura ubicada en la parroquia Chiguaza. La microcuenca del Río Guanganza Chico vierte sus aguas hacia la cuenca del río Chiguaza, el mismo que desemboca en la cuenca del río Pastaza (Anexo B), quien a su vez forma parte de la vertiente Amazónica.

2.2.2. Componentes biofísicos del área de estudio

2.2.2.1. Factores Bioclimáticos

Según la clasificación de Holdridge la de Pourrut la cabecera Parroquial presenta un clima Muy Húmedo Subtropical (MHSt), esta zona bioclimática se encuentra entre altitudes de 600 a 1600 m.s.n.m, el rango de temperatura oscila entre 16 y 22,8°C. Presenta precipitaciones en el rango de 2000 mm a 3000 mm, en esta zona las precipitaciones son elevadas y se producen durante la mayor parte del año, tan solo se cuenta con breves periodos de verano repartidos indistintamente durante el año (PDYOT SINAI, 2015, p. 33).

2.2.2.2. Relieve

La clasificación ecológica de esta región bioclimática, en el centro parroquial corresponde a la formación piso Piemontano, que se localiza desde las partes bajas de montañas y serranía hasta el punto de inflexión con el valle o la llanura. Presenta pendientes planicies siendo aptas para el establecimiento de centros poblados y actividades productivas (PDYOT SINAI, 2015, p. 12-33).

2.2.2.3. Suelos

- **Taxonomía.** - La cabecera parroquial pertenece al Orden Inceptisoles de clima húmedo con alto contenido y descomposición de materia orgánica, su pH es ácido, presenta mal drenaje debido a la acumulación de arcillas (PDYOT SINAI, 2015, p. 16).
- **Textura.** - Corresponde a suelos de textura media, Franco limoso, franco arcilloso, (<35% de arcilla), franco arcillo arenoso, franco arcillo limoso (PDYOT SINAI, 2015, p. 18).
- **Aptitud.** - Según el estudio de aptitud agrícola, la mayor parte de los suelos de la parroquia tienen un uso potencial agrológico para bosque. Cabe indicar que los suelos no presentan las condiciones óptimas para una excelente productividad (PDYOT SINAI, 2015, p. 22).
- **Usos.** - A nivel general el uso del suelo en la parroquia Sinaí corresponde el 64, 07% de Bosque (nativo y plantaciones forestales), el 19,77% Tierras Agropecuarias (cultivos y pastos), donde se localiza el área de estudio de este trabajo, 11,03% vegetación arbustiva y herbácea (incluye paramo), el 3,16% cuerpos de agua (natural y artificial), 0,53% Zona Antrópica (área poblada e infraestructuras), 1,84%, Otras Tierras (áreas sin cobertura vegetal, glaciares), esto se puede observar en el Anexo C (PDYOT SINAI, 2015, p. 28).

Según el estudio comparativo realizado en la parroquia sobre la cobertura y uso del suelo, entre los años 2000 y 2008 se identificó espacialmente cambios notables de bosques a zonas agropecuarias y zonas antrópicas, reduciendo 2844 hectáreas de bosque natural, de las cuales gran parte del área deforestada ha sido destinada al establecimiento de pastos para la ganadería y en menor porcentaje a cultivos, provocando la reducción rápida de ecosistemas naturales en la parroquia, acelerando así los procesos de deforestación, contaminación de fuentes de agua, erosión por el mal manejo de los suelos y el crecimiento de la frontera agrícola (PDYOT SINAI, 2015, p. 28).

2.2.3. Población y actividad económica

La población en el centro parroquial es de 379 habitantes según el CNE, 2010. Entre las principales actividades que desarrollan los pobladores de la cual obtienen ingresos económicos esta: la agroindustria, ganadera, industria artesanal de alcohol y explotación de madera (Calle Fajardo, 2010, p. 2-26).

2.2.4. Acceso a los servicios de agua potable y alcantarillado

La población del centro parroquial, carece del servicio de agua potable, por lo que la mayoría de la población se abastece de agua captada de fuentes como vertientes, quebradas o ríos, conducida hasta las viviendas por tubería de plástico, mientras que otros se abastecen directamente de la vertiente de un cuerpo hídrico natural (PDYOT SINAI, 2015, p. 191).

En el centro parroquial, existe el servicio mínimo de alcantarillado únicamente en sus calles principales, en donde la mayoría de la infraestructura para este sistema se encuentra en mal estado. Así mismo no se cuenta con las obras necesarias para el desalojo de aguas lluvias lo que provoca taponamientos y obstrucciones en la red existente (PDYOT SINAI, 2015, p. 192). La mayoría de las viviendas no cuentan con servicio higiénico conectado a la red pública de alcantarillado, por lo que utilizan otros tipos de servicios higiénicos o escusados como: pozo ciego, descarga directa al río o quebrada, letrinas o no cuentan con ninguno de los anteriores. (PDYOT SINAI, 2015, p. 159).

2.3. Instituciones de apoyo

El desarrollo de este estudio, se realizó con el apoyo y colaboración conjunta de diferentes instituciones de la localidad, tales como: GADP-SINAI, EMAPA-SUCÚA y el GADP-MORONA SANTIAGO, quienes pusieron a disposición, equipos, instrumentos, materiales e información necesarios para el desarrollo de este estudio.

2.4. Diagnóstico del área de estudio.

Con el objetivo de recopilar información para la selección del tramo de estudio, se desarrolló entrevistas con las autoridades del GAD parroquial de Sinai y los habitantes que poseen propiedades cercanas al cauce del río, de manera que se tenga criterios claros de las condiciones actuales que presenta la microcuenca del río Guanganza Chico, tales como áreas críticas del cauce, principales fuentes de contaminación y el uso potencial de este recurso.

2.5. Determinación del tramo de estudio y estaciones de monitoreo

Posterior al diagnóstico, se realizó un recorrido del río y con el apoyo de un GPS marca Garmin Etrex 20 se seleccionó un tramo de aproximadamente 2 km de la microcuenca del río Guanganza Chico, en este tramo se establecieron 5 estaciones de muestreo (Anexo D), georreferenciadas en coordenadas UTM WGS 84 (Tabla 1-2). Para la elaboración del mapa de ubicación del tramo de

estudio y estaciones de monitoreo se utilizó el programa ArcMap versión 10.6.1, la información cartográfica fue proporcionada por el GAD provincial de Morona Santiago.

La selección de las estaciones de monitoreo tubo como base teórica el “Protocolo de monitoreo de agua” (Barreto Sáenz, 2010); el cual considera los siguientes criterios:

- Uso potencial que la población hace del recurso hídrico.
- Descargas de aguas residuales hacia el cauce del río.
- La facilidad y seguridad para el ingreso a cada estación.
- Uso potencial del suelo.
- Inicio y fin del tramo seleccionado.



Gráfico 1-2: Ubicación del tramo de estudio y estaciones de monitoreo en la microcuenca del Río Guanganza Chico.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Tabla 1-2: Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo.

TRAMO DE ESTUDIO			COORDENADAS UTM WGS84 ZONA 17S		
Código	Estaciones de Muestreo	Características	Longitud X	Latitud Y	Altitud m.s.n.m
G.S-1	Estación Testigo	Zona no intervenida	827976	9767724	1205
G.S-2	Estación 1	Zona intervenida	828262	9768130	1195
G.S-3	Estación 2	Zona intervenida	828366	9768412	1197
G.S-4	Estación 3	Zona intervenida	828546	9768741	1198
G.S-5	Estación 4	Zona intervenida	828868	9768700	1190

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

- **Estación G.S-1**

Corresponde a la estación de referencia, se localiza aguas arriba del centro poblado de la parroquia Sinaí, en donde no existe influencia directa de actividad antrópica. Esta zona posee características naturales propias de un río tales como: riveras en buen estado de conservación, mayor presencia de vegetación riverena autóctona, heterogeneidad de sustrato en el lecho del río, variado flujo de corriente, no presenta descargas de agua residuales, por lo se puede considerar un hábitat adecuado para albergar una mayor población y diversidad de fauna bentónica indicadoras de buena calidad.

- **Estación G.S-2**

Se encuentra ubicada en el área poblada, donde la actividad antrópica influye moderadamente sobre el cauce del río. En este sitio los pobladores hacen uso del agua para actividades como: aseo personal y uso doméstico, por lo que usualmente se puede encontrar restos de alimentos y residuos sólidos (plásticos) en el lecho del río. Sobre las riberas se puede presencian pequeños tributarios de agua residual de una destilara de alcohol y de origen doméstico, presenta desbroce parcial de la vegetación marginal, plantaciones de pasto y sembríos de caña, además, sobre el cauce se ubica un puente.

- **Estación G.S-3**

Se localiza en el centro poblado de la parroquia, en esta localidad existe mayor impacto de actividades antrópica, Sobre el cauce se asienta un dique, donde el agua es utilizada para actividades como: recreación, lavado de ropa y vehículos, siendo frecuente encontrar residuos sólidos (fundas, botellas, restos de alimentos y detergentes), además se puede observar la

acumulación de sedimentos debido al represamiento del río. En esta estación el cauce recibe descargas provenientes de canales que recogen aguas lluvia. Las riveras presentan escasa vegetación herbácea y arbórea aulóctona.

- **Estación G.S-4**

Se encuentra situada en las afueras de la zona poblada, sin embargo, existen residuos sólidos atrapados en la vegetación marginal y sobre el lecho del río, producto del arrastre desde la estación anterior. Sobre las riberas existe un criadero de cerdos y cultivos de caña, sin embargo, también existe formaciones de vegetación arbórea que se encuentra vulnerable a la deforestación debido a la ampliación de la frontera ganadera y cultivos. El cauce presenta bancos pronunciados y frágiles, por lo que existen pequeños desbordamientos de suelo al lecho del río.

- **Estación G.S-5**

Se encuentra ubicado al final del tramo de estudio, se seleccionó con el objetivo de verificar el grado recuperación del río, por lo que no presenta influencia directa de actividades antrópicas, sin embargo durante los monitoreos se encontraron residuos sólidos sobre el lecho del río, producto del arrastre de la corriente. A lo largo de las riveras existen formaciones de vegetación arbórea y arbustiva en proceso de deforestación debido a la expansión de pastizales. Cabe mencionar que, durante el periodo de estudio no se evidenció actividad ganadera, debido al estado inmaduro del pasto.

2.6. Desarrollo de monitoreos

Durante el periodo de estudio se efectuaron 4 monitoreos consecutivos, en los meses de marzo, mayo, junio y julio de 2018. Debido a las altas precipitaciones no se pudo realizar el monitoreo correspondiente al mes de abril, por lo que se realizó posteriormente los meses siguientes. Las muestras fueron recolectadas durante el día, entre las 7:00 am y 17:00 pm. Previo a los monitoreos, en una hoja de campo se registraron las observaciones de las condiciones físicas y ambientales de cada estación.

2.6.1. Valoración del índice de hábitat fluvial

Se realizó mensualmente en cada estación de muestreo previo al monitoreo biológico. La valoración se llevó a cabo considerando el protocolo planteado por Prat et. Al. (2009).

2.6.1.1. Metodología

Con un flexómetro se seleccionó un tramo de aproximadamente 100 m de longitud, de manera que abarque los aspectos físicos más característicos en cada estación. En la tabla que se muestra en el anexo J, se evaluó los siete apartados correspondientes a: Inclusión en rápidos – sedimentación en posas, frecuencia de rápidos, composición del sustrato, regímenes de velocidad y profundidad, porcentaje de sobra en el cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática. La puntuación total se obtuvo sumando los siete bloques de la tabla para posteriormente en la Tabla 1-5 determinar la calidad de hábitat que posee cada estación.

2.6.2. Muestreo fisicoquímico y microbiológico

Durante el período de monitoreo se recolectó 44 muestras de aguas, 11 muestras mensuales.

Los muestreos fueron de tipo puntual, de manera que indican las condiciones de cada sitio, durante el tiempo que fue recolectada las muestras. La recolección, manejo y conservación de las muestras se efectuaron siguiendo el protocolo planteado por Barreto (2010), también se consideró algunos aspectos de la norma (Instituto Ecuatorino de Normalización - NTE INEN 2169, 1998).

Previo a los muestreos de campo, se realizó la limpieza y esterilización de los instrumentos y materiales en el laboratorio (Anexo E).

2.6.2.1. Metodología

En las estación G.S-1, G.S-3 y G.S-5 se recolectaros 3 muestras mensuales en cada estación para el análisis se los parámetros del WQI de la NSF correspondiente a: oxígeno disuelto, pH, sólidos totales disueltos, cambio de temperatura, coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno, fosfatos, nitratos, turbidez; mientras que en el estación G.S-2 y G.S-4 se recolectó una muestra mensual por estación para el análisis de los parámetros de referencia cambio de temperatura, oxígeno disuelto, ph, turbidez, sólidos totales disueltos. La temperatura del agua y ambiente se determinaron in situ.

En la siguiente tabla se describe el procedimiento para la toma de las muestras en cada estación (Anexo E).

Tabla 2-2: Procedimiento para la recolección de muestras fisicoquímicas y microbiológicas.

Parámetro	Tipo Envase Recolector	Procedimiento
Cambio de Temperatura	-	Con el apoyo de un termómetro digital, marca MULTI-TERMOMETER, en cada estación se midió la temperatura de referencia (ambiente) y la temperatura del agua. La temperatura del agua se midió introduciendo el termómetro en la parte central del cauce del río, mientras que en la temperatura ambiente se obtuvo sosteniendo el termómetro durante unos minutos. Los valores obtenidos se registraron en la hoja de campo.
Oxígeno disuelto	Frasco de Vidrio (Pyrex) de 1L	Antes de tomar la muestra se procedió a homogeneizar el envase. A continuación, en contracorriente, se introdujo el envase a una profundidad media la columna de agua hasta llenarla completamente, se colocó la tapa aun sumergido el frasco, de manera que no exista espacio de aire.
pH		
Fosfatos		
Nitratos		
Turbidez		
STD		
DBO5	Frasco de vidrio Ámbar de 1L	Se homogenizó el frasco varias veces, para luego introducirlo a una profundidad media del cauce hasta llenarlo por completo, inmediatamente se colocó la tapa y se retiró el frasco del agua.
Coliformes Fecales	Frasco de plástico esterilizado de 120mL	Para recolectar estas muestras, se sumergió el frasco en la columna de agua sin abrir la tapa, ya sumergido se deja ingresar agua hasta $\frac{3}{4}$ parte del frasco, inmediatamente se colocó la tapa y se retira el frasco del agua.

Realizado por: Mónica Lozano

2.6.2.2. Manejo y conservación de muestras

Los envases con las muestras recolectadas fueron etiquetados con la información que se muestra en el Anexo F, para luego conservarlas en un contenedor hermético con hielo, evitando así, el cambio en la composición debido al contacto con el ambiente. Posteriormente las muestras fueron trasladadas al laboratorio de la planta de agua de la EMAPA-SUCÚA, evitando en lo posible la agitación durante el transporte.

2.6.2.3. Análisis de los parámetros fisicoquímico y microbiológico

En el laboratorio las muestras fueron analizadas aproximadamente desde las 6pm hasta las 10pm. La Tabla 3-2 ilustra los métodos y técnicas utilizados para el análisis de los parámetros fisicoquímico y microbiológico (Anexo G).

Tabla 3-2: Instrumentos, reactivos, equipos y método para el análisis fisicoquímico y microbiológico

Parámetros	Instrumentos	Reactivos	Equipos	Método
Oxígeno disuelto	Celdas Vasos de precipitación	Ampolla Accuvac	DR/890 Colorimeter (HACH)	HRDO
Coliformes Fecales	Alcohol Frascos estériles Pipetas Tubos de ensayo Peras Gradilla Mecheros	Fluorocult	Incubadora MAMMERT	Tubos Múltiples INDOL
pH	pH metro AOTKLON	Agua destilada	pH metro OAKTON	Potenciométrico
Fosfatos	Vaso de precipitación Celdas	Phosver 3 (Hach) Agua destilada	DR/890 Colorimeter (HACH)	PhosVer 3
Nitratos	Vaso de precipitación Celdas	Nitraver 5 (Hach) Agua destilada	Colorimeter DR/890 (HACH)	Reducción de Cadmio
Turbidez	Celda	Agua destilada	Turbidímetro 2100 Q (HACH)	Nefelométrico
Sólidos Disueltos Totales	Vaso de precipitación	Agua destilada	Conductímetro SENSION 5 (HACH)	Conductimétrico

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Los análisis de la Demanda Bioquímica de Oxígeno fueron realizados en el laboratorio del CESSTA, los resultados se ilustran en el (Anexo H). Mensualmente se enviaron 3 muestras de agua en contenedor hermético con hielo, de manera que no alteren las características de la muestra hasta ser analizadas.

2.6.2.4 Análisis de datos de los parámetros fisicoquímico y microbiológico

Para el cálculo del WQI de la NSF, en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 se realizó mediante del software IQADATA versión 2010. Los valores obtenidos del análisis de cada parámetro se introducen en la tabla de cálculo, el cual determina de forma directa el valor índice, mientras que los parámetros en las estaciones G.S-2 y G.S-4 se compararon con los parámetros de la Tabla 3: Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, aguas marinas y estuarios, del Anexo 1, del TULSMA (Anexo I).

2.6.3. Muestreo de macroinvertebrados bentónicos

En las 5 estaciones, se recolectó un total de 20 muestras durante 4 meses, 1 muestras mensual en cada estación. El monitoreo de macroinvertebrados en la microcuenca del Río Guanganza Chico, tuvo como referencia bibliográfica los siguientes protocolos de Alba-Tercedor et al, 2005 y Carrera y Fierro, 2001.

2.6.3.1. Metodología

Para la recolección de macroinvertebrados, se estableció aproximadamente 30m de distancia, empleando un esfuerzo de 25 minutos en cada estación de monitoreo. Para evitar el arrastre de especímenes hacia las estaciones siguientes, los muestreos se realizaron desde la última estación hacia la primera. En la siguiente tabla se muestra el procedimiento realizado para la recolección de macroinvertebrados en diferentes tipos de hábitats y sustratos (Anexo K).

Tabla 4-2: Métodos de recolección de macroinvertebrados bentónicos

Tipo de hábitat y sustratos	Tipos de red	Técnicas de recolección
Zonas poco profundas, lenticas o loticas con restos de vegetación y sustratos duros (guijarros, arena y grava)	Red patada	En contracorriente una persona coloca la red fijándola al lecho del río, mientras otra remueve el sustrato del fondo con los pies durante unos minutos, el sustrato junto con los macroinvertebrados presentes son arrastrado hasta la red quedando atrapados.
Zonas someras, lenticas o lotica con sustratos vadeables (restos vegetales, guijarros, grava, arena, fango)	Red Surber	En dirección contraria a la corriente del río, se ubica la boca de la malla y la base se coloca en el fondo del río, con las manos se remueve el sustrato que se encuentra dentro de la base metálica, de manera que los macroinvertebrados presentes queden atrapados en la malla.
Zonas marginales vadeables con vegetación sumergida y raíces expuestas	Colador Metálico	Se realiza a lo largo de las orillas donde la vegetación o sus raíces se encuentran sumergidas al lecho del río. El colador se introduce por debajo de sustrato marginal y se remueve para que los especímenes presentes queden atrapados en la malla del colador.

Realizado por: Mónica Lozano

2.6.3.2. Limpieza y conservación de muestras

Las muestras recolectadas, se depositan en bateas blancas, de manera que los individuos sean fáciles de visualizar. Con el apoyo de pinzas entomológicas se separan del sustrato los especímenes presentes, las muestras recolectadas se colocaron en viales con 200mL de alcohol al 70%. Cada muestra fue etiquetada según el formato del Anexo M.

2.6.3.3. Identificación de macroinvertebrados

Las muestras de macroinvertebrados fueron analizadas en el laboratorio de Biotecnología Bovina del GADPMS. Cada muestra se vertió en un colador, para lavarlas con abundante agua y posteriormente colocarlas en bateas blancas. Con el apoyo de pinzas entomológicas se colocan varios individuos en una caja Petri e identificarlas con la ayuda de un Estereoscopio Scientific de 7.5 x 50 de aumento. La identificación se realizó hasta el nivel de familias para la cual se utilizó claves taxonómicas de, Roldan, 2003 y de Corrochano y Alvarez, 2012. Los macroinvertebrados identificados fueron registrados, según el formato de la tabla del Anexo N.

2.6.3.4. Cálculo del índice BMWP/Col

El cálculo del índice BMWP/Col se realizó en base a la metodología de Roldan, 2003, para el cual se utilizó la hoja de cálculo del programa Excel, (Anexo N), en donde se registró el puntaje de cada familia según el valor que corresponda en la Tabla 6-1. La sumatoria del puntaje de cada familia representa el valor total del índice. El valor obtenido en cada estación, se clasificó según la Tabla 7-1 obteniendo la calidad de agua. El color asignado representa la calidad de cada estación de muestreo (Rosas Acevedo et al., 2014, p. 15).

$$BMWP/Col = S_1+S_2+S_3+.... S_n \quad \text{Ecuación 1-2}$$

Dónde:

- S= Sensibilidad de cada familia
- 1,2,3.... n= Familias presentes en la muestra

2.6.3.5. Cálculo del índice EPT

La determinación de este índice, se realizó con la abundancia de los individuos de la orden Ephemeropteros, Plecóptero y Trichóptero, según la metodología propuesta por Carera & Fierro, 2001. La valoración se realizó en la hoja de cálculo del programa Excel (Anexo N), en donde se empleó la ecuación 2-2 para posteriormente el valor obtenido comparar en la Tabla 8-1 obteniendo finalmente la calidad del agua.

$$EPT = \frac{NEPT}{NTotal} * 100\% \quad \text{Ecuación 2-2}$$

Dónde:

- EPT: Índice EPT
- N_{EPT} : Número total de individuos EPT presentes en la muestra.
- N_{Total} : Número total de individuos presentes en la muestra.

2.6.3.6. Medición de caudales

La medición del caudal se realizó mensualmente, posterior al muestreo fisicoquímico, biológico y ecológico, mediante el método del flotador (Anexo O) para el cual se realizó el siguiente procedimiento:

- 1) **Selección del objeto flotante:** como flotador se seleccionó una botella plástica a la cual se le introdujo arena para que flote sin dificultad en la superficie.
- 2) **Selección del tramo:** en cada estación de muestreo se midió con un fluxómetro una longitud de 10m de distancia del río, en un tramo lo más recto y uniforme posible, de baja turbulencia y sin obstáculos, de manera que el flotador fluya libremente.



Figura 1-2: Selección del tramo para la medición.

Fuente: (Ministerio de agricultura y riego - DGIAR, 2015, p. 10)

- 3) **Medición del área de la sección:** con el flexómetro se midió el ancho de la sección A y B posteriormente se colocaron estacas en cada sección. El ancho del cauce se dividió en 4 partes iguales, en cada división se midió la altura de las columnas de agua. El área se obtuvo mediante la ecuación 3-2.

$$At = A * Pm$$

Ecuación 3-2

Dónde:

- **At:** Área total de la sección transversal, m²
- **A:** Ancho total del cauce de las secciones A y B, m
- **Pm:** Profundidad promedio, m

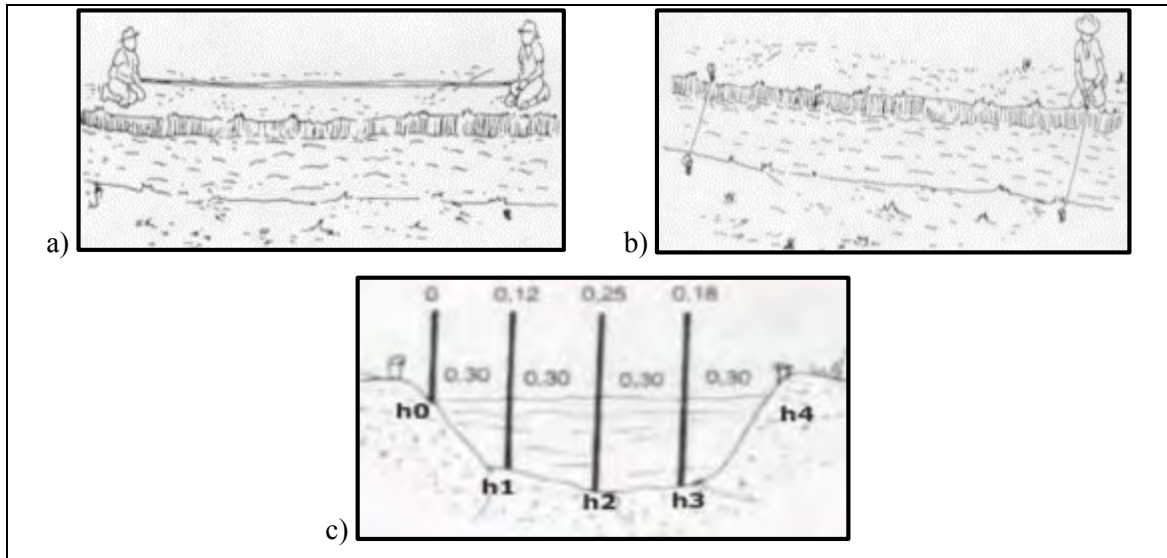


Figura 2-2: Determinación de la distancia, L (a), sección transversal (b) y columna de agua (c) del tramo.

Fuente: (Ministerio de agricultura y riego - DGIAR, 2015, p. 5)

- 4) **Medición de la velocidad:** Aguas arriba del tramo se dejó caer el flotador 5 veces y con el cronometro se tomó el tiempo que transcurre en recorrer desde la sección A hasta la sección B. La velocidad se obtuvo mediante la ecuación 2-2:

$$V = \frac{L_{(A-B)}}{T_m} \quad \text{Ecuación 4-2}$$

Donde

- $L_{(A-B)}$ = Distancia recorrida de la sección A hacia B,
- T_m = Tiempo promedio en el que el flotador tarda en recorrer la distancia seleccionada

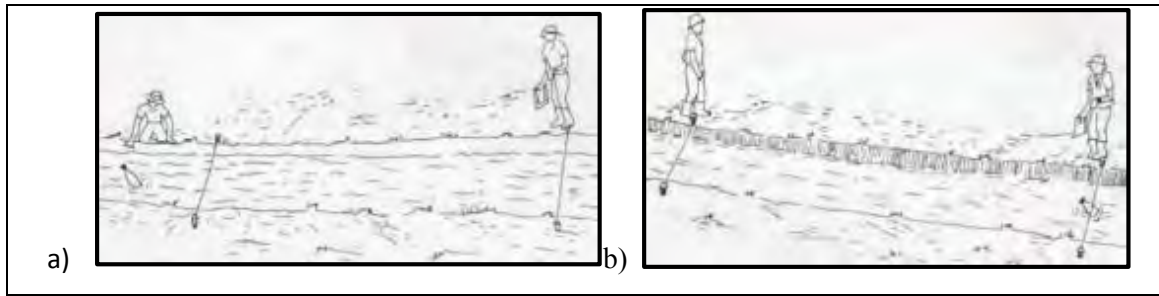


Figura 3-2: (a y b) recorrido del objeto flotante desde la seccion A a la seccion B.

Fuente: (Ministerio de agricultura y riego - DGIAR, 2015, pp. 8-10)

5) Calculo del caudal: se calculó mediante ecuación 2-3, el cual relaciona la velocidad de la corriente superficial (V), el área total de la sección transversal (A_t) y el factor de corrección (F_c), este se obtiene en base a la Tabla 1-1:

$$Q = K * V * A_t$$

Ecuación 5-2

Dónde:

- K : Factor de corrección, adimensional.
- V : Velocidad, m^2/s
- A_t : Área de la sección transversal, m^2

CAPÍTULO III

3. MARCO DE RESULTADOS, DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. Resultados de la valoración del índice del hábitat fluvial (IHF)

Tabla 1-3: Valoración del Índice de Hábitat Fluvial en las estaciones de muestreo

Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Valor Promedio	NIVEL DE CALIDAD	COLOR
G.S-1	79,00	81,00	79,00	80,00	79,75	OPTIMA	Blue
G.S-2	65,00	69,00	69,00	65,00	67,00	BUENA	Yellow
G.S-3	52,00	54,00	54,00	54,00	53,50	BUENA	Yellow
G.S-4	72,00	72,00	72,00	71,00	71,75	OPTIMA	Blue
G.S-5	75,00	80,00	80,00	80,00	78,75	OPTIMA	Blue

Realizado por: Mónica Lozano D. 2019

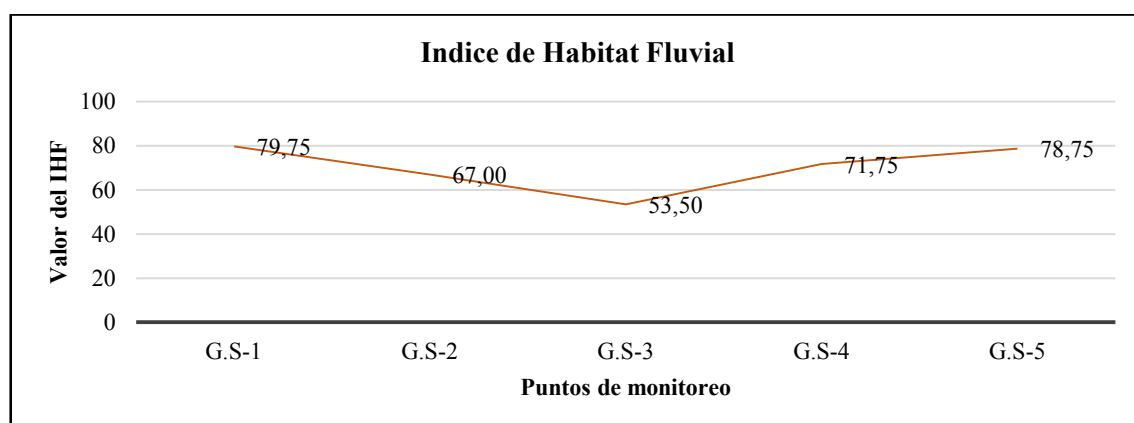


Gráfico 1-3: Variación de la diversidad de hábitats en las estaciones de monitoreo.

Realizado por: Mónica Lozano D. 2019

En la Tabla 1-3, se muestra los resultados de las 5 estaciones, de las cuales el G.S-5 muestra el valor más alto de 78,75 con nivel de calidad óptima, a diferencia del menor que es la estación G.S-3 de 53,50 con un nivel de calidad regular.

En general las estaciones de G.S-1, G.S-4 y G.S-5, tienen altos niveles de calidad en los siguientes bloques: baja inclusión en rápidos, presencia de sombras con ventanas, alto porcentaje de elementos heterogéneos principalmente hojas, troncos y raíces expuestas; a diferencia de las estaciones G.S-2 y G.S-3 la calidad del hábitat fluvial es regular, debido a la presencia de grandes

claros, baja frecuencia de rápidos, alto grado de inclusión en rápidos, sedimentación en posas y escasos elementos de heterogeneidad, siendo más significativos en la estación 3.

En los meses de mayo, junio y julio la puntuación de los apartados, elementos de heterogeneidad, regímenes de velocidad/profundidad y frecuencia de rápidos, incrementaron en todas las estaciones, como resultado de las constantes lluvias en la zona, mientras que en los demás apartados no presentaron variaciones significativas en todo el periodo de muestreo. La variación de calidad de este índice está relacionado directamente a los factores hidromorfológicos, hidrológicos y las alteraciones antrópicas (Armengol, 2002, p. 118).

3.2. Resultados de la determinación del caudal en cada estación de monitoreo

Tabla 2-3: Resultados del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo.

CAUDAL (L/S)					
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
G.S-1	496,99	807,69	673,86	379,19	589,43
G.S-2	347,23	735,86	550,97	228,81	465,72
G.S-3	601,49	842,59	560,63	350,76	588,87
G.S-4	696,56	977,07	857,65	602,29	783,39
G.S-5	482,52	827,11	584,00	500,14	596,94

Realizado por: Mónica Lozano D. 2019

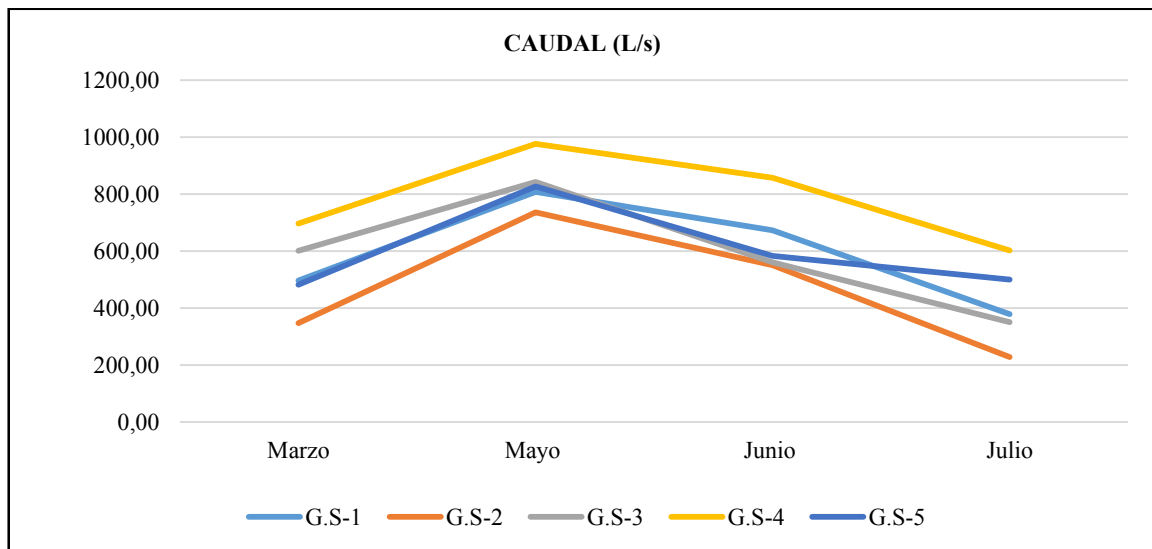


Grafico 2-3: Variación del caudal en las estaciones de monitoreo durante el período de monitoreo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la tabla 2-3, se puede observar los valores del caudal mensual y promedio en las cinco estaciones de monitoreo, en donde la estación G.S-2, presentan los caudales más bajos, registrando variaciones estacionales que fluctúan entre los 228,81 L/s y 735,86 L/s, con un caudal promedio de 465,72 L/s; diferenciando de los valores más altos se registran en la estación G.S-

4, estos oscilan entre los 602,29 L/s a 977,07 L/s y un caudal promedio de 783,39 L/s. El incremento del caudal en esta estación puede estar relacionado al estrechamiento de la sección transversal del cauce y la aportación de aguas lluvia, que escurren de los terrenos aledaños. El gráfico 2-3, refleja la variabilidad del caudal en los cinco puntos, mostrando que en el mes de mayo el caudal incrementa en todas las estaciones de monitoreo, debido a la presencia de lluvias en los días anteriores al muestreo.

Siendo así que la regulación del caudal puede ser más afectada, en sitios del río en donde exista mayor impacto de origen antrópico, considerando que en condiciones naturales el deterioro es inferior en el tiempo y espacio en sitios que no presenta influencia de actividad humana como menciona también Diego García de Jalón en el semanario de “Ríos y Sostenibilidad en Madrid – España en el año 2019.

3.3. Resultados de la valoración del análisis fisicoquímico y microbiológico

3.3.1. Valoración de los parámetros de referencia en las estaciones de muestreo G.S-2 Y G.S-4

Entre los factores que influyen en la dinámica de los cuerpos hídricos superficiales, se encuentran los parámetros fisicoquímicos, estos factores atribuyen al cuerpo de agua características fundamentales y únicas como también hace referente Roldan (2012). Algunos de estos parámetros tienen la capacidad de cambiar la composición de ciertas sustancias que se introducen al agua, a su vez, representan una amenaza a la salud del hombre y la fauna que lo habita.

Uno de los enfoques de este trabajo, responden al comportamiento de las variables fisicoquímicas en las estaciones de muestreo G.S-2 y G.S-4, para lo cual, se analizaron los parámetros correspondientes a: temperatura del agua, oxígeno disuelto, pH, sólidos totales y turbidez, los resultados de cada parámetro se compararon con los valores presentes en la Tabla 3, Anexo I, Libro VI del TULSMA, referente a los Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, aguas marinas y estuarios, considerando que este estudio hace énfasis a los organismos acuáticos como indicadores de la calidad del agua.

3.3.2. Temperatura

Las variaciones de la temperatura en los sistemas fluviales, se considera uno de los factores ambientales más importantes que influyen tanto en variables fisicoquímicas y biológicas del agua (Hahn VonHessberg et al., 2009, pp. 4–5; Roldán Pérez^a, 2012, p. 21), menciona que en las zonas tropicales

los organismos están aptados a temperaturas relativamente constantes, por lo que un cambio significativo de este parámetro puede ser fatal para su supervivencia.

Tabla 3-3: Resultados de temperatura en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

TEMPERATURA (°C)						
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio	Promedio del $\Delta^{\circ}\text{T}$
G.S-2	20,30	19,90	19,30	19,10	19,65	1,03
G.S-4	20,00	19,80	19,10	18,70	19,40	1,10

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

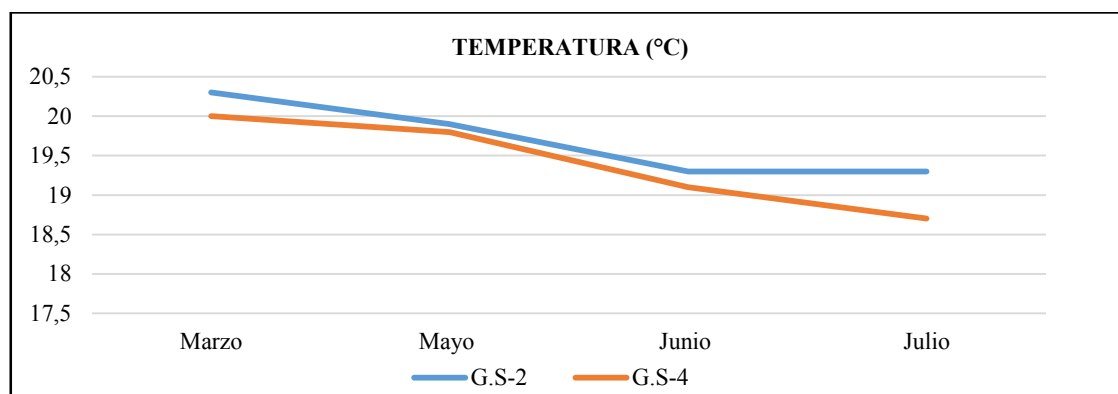


Gráfico 3-3: Variación de la temperatura en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Según la tabla 3-3, en las estaciones G.S-2 y G.S-4, los valores más altos se registran en el mes de marzo con 20,30 °C y 20,00 °C, los valores promedio son de 19,70 °C y 19,45 respectivamente; Sin embargo, las temperaturas más bajas se evidenciaron en el mes de junio con 19,10°C y 18,70 °C, el valor promedio es de 19,65 °C y 19,40 °C para cada estación.

La tabla 3 del TULSMA, referente a los criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, aguas marinas y estuarios, establece un cambio de temperatura de + 3°C de las condiciones naturales (Anexo I), por lo que, los valores en las dos estaciones, se encuentran dentro del rango permisible.

Durante los muestreos, la temperatura en las estaciones G.S-2 y G.S-4 presentaron variaciones poco significativas (Gráfico 3-3), una de los factores relacionados es la actividad antrópica como: el represamiento del cauce, usos del agua para el aseo y limpieza doméstica, sin embargo, se debe considerar como una variable influyente las condiciones climáticas, (Hahn VonHessberg et al., 2009, pp. 4-5) ya que tiende a fluctuar en el transcurso del día, el bajo caudal y la profundidad de la columna de agua, contribuye a este mismo pensamiento del boletín de científicos.

3.3.3. Oxígeno disuelto (OD)

Una disminución significativa de este parámetro, puede resultar letal para los macroinvertebrados, (Roldán Pérez^a, 2012, p. 12) por ende, el oxígeno disuelto es considerado uno de los factores más importante de las aguas naturales.

Tabla 4-3: Resultados del OD en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

OXÍGENO DISUELTO (mg/L)					
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
G.S-2	6,40	6,70	7,40	7,30	6,95
G.S-4	7,00	7,10	8,00	7,90	7,50

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

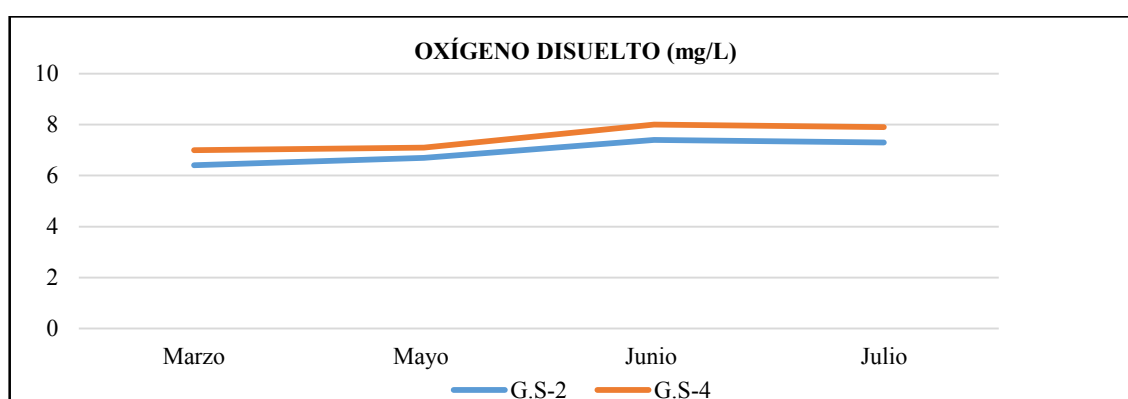


Gráfico 4-3: Variación del OD en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Los resultados del oxígeno disuelto en las estaciones G.S-2 y G.S-4, presentes en la tabla 4-3, registran ligeros cambios espaciales entre cada estación. La estación G.S-2 inicialmente presenta concentración baja en el mes de marzo correspondiente a 6,40 mg/L; Sin embargo, en el mes de junio incremento hasta alcanzar 7,40 mg/L, el valor promedio es de 6,95 mg/L; Mientras que la estación G.S-4, registra su valor mínimo de 7,00 mg/L en el mes de marzo y un valor máximo de 8 en el mes de junio, mientras que el valor promedio es de 7,50 mg/L. Los valores obtenidos de oxígeno disuelto no superan el límite permisible (No menor a 5,00 mg/L) establecidos en la tabla del Anexo I.

El gráfico 4-3, refleja en las dos estaciones ligeras variaciones del oxígeno disuelto; este comportamiento puede estar relacionado a la combinación de los factores ambientales (temperatura del agua, altitud, vegetación marginal) y las actividades antrópicas (represamiento del cauce, materia orgánica disuelta de origen doméstico y descargas de agua residual)

3.3.4. pH

El pH en el agua puede ejercer influencia sobre la toxicidad de ciertos compuestos, originando cambios en la flora y fauna acuática (Revollo Gonzáles, 2015, p. 82).

Tabla 5-3: Resultados del pH de las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

pH					
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
G.S-2	6,49	6,12	6,52	6,89	6,51
G.S-4	6,28	5,95	6,19	7,12	6,39

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

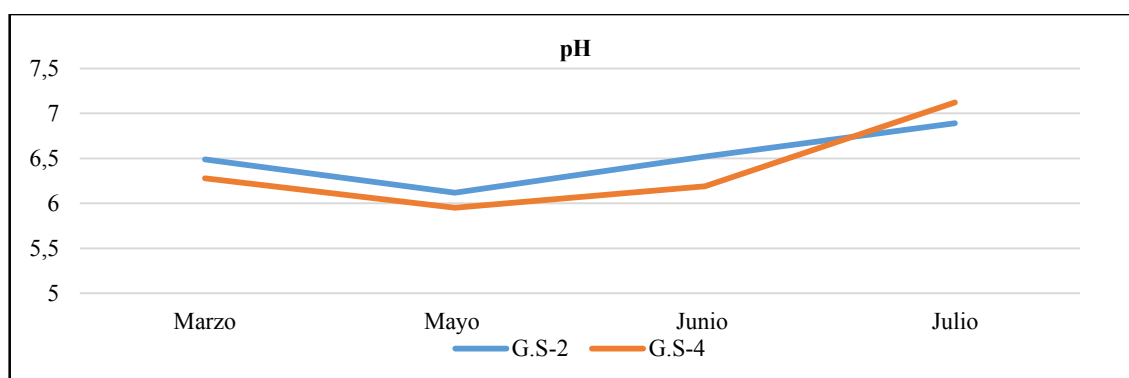


Gráfico 5-3: Variación del pH en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la tabla 5-3 se puede observar que la estación G.S-2 registra el valor más bajo de pH correspondiente a 6,12 en el mes de marzo, sin embargo, incrementa hasta alcanzar 6,89 en el mes de julio, el valor promedio es de 6,51; De igual forma, el pH más alto y más bajo en la estación G.S-4 es de 7,12 y 6,23 en los meses de marzo y julio respectivamente, en pH promedio es de 6,30, siendo mayor el pH de esta estación. Los valores en las dos estaciones de muestreo se encuentran dentro los rangos del pH de la normativa, teniendo como mínimo y máximo los valores de 6,50 y 9,00 respectivamente (Anexo I).

En el gráfico 5-3, se refleja el comportamiento del pH, temporal y espacial en las dos estaciones de muestreo, en el cual no registra variaciones poco significativas. El comportamiento del pH en este cuerpo de aguas naturales, puede estar influenciado por la naturaleza del suelo en esta zona, la cual presenta un pH ácido; sin embargo, en la estación 2, la cual tiende a acercarse al valor mínimo del límite permisible, pudiendo estar relacionado con la descomposición de la materia orgánica de origen doméstico.

3.3.5. Sólidos totales disueltos

El incremento de sólidos disueltos pueden aumentar la salinidad y puede causar graves problemas de osmoregulación para la mayoría de individuos acuáticos, originando una baja diversidad de organismos en los sistemas acuáticos (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 27).

Tabla 6-3: Resultados del STD de la estación G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

STD (mg/L)					
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
G.S-2	10,40	11,60	10,1	10	10,53
G.S-4	10,30	10,87	13,24	12,3	11,63

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

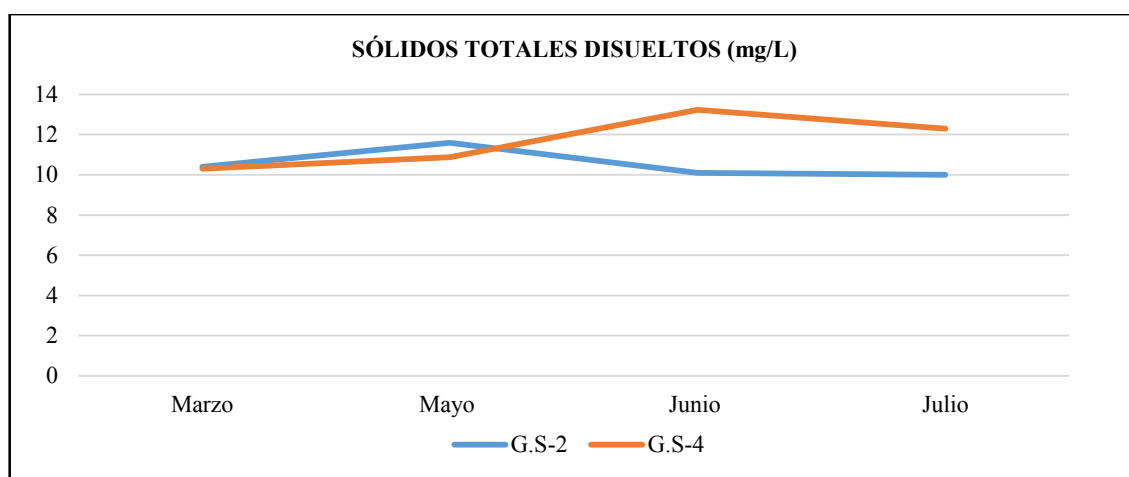


Gráfico 6-3: Variación de los STD en las estaciones G.S-2 y G.S-24, durante los monitoreos

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Los valores obtenidos durante el muestreo en las dos estaciones se muestran en la tabla 6-3, en donde la estación G.S-3 presenta una concentración alta de sólidos totales disueltos en el mes de mayo con 11,60 mg/L, mientras que disminuye en el mes de julio hasta llegar a 10,00 mg/L, con una concentración promedio es de 10,53 mg/L; Entre tanto, la estación G.S-4 presenta un valor alto de 13,24mg/L en el mes de junio y un valor bajo en el mes de marzo, con un promedio de 11,63mg/L. El valor de este parámetro en la tabla del Anexo I, no se establece encuentra establecido en esta esta normativa.

En la gráfica 6-3, se puede apreciar el comportamiento de la concentración en las dos estaciones, en donde se refleja variaciones mínimas, temporales y espaciales. La presencia de sólidos disueltos, en estas estaciones, pueden estar relacionada a procesos erosivos del terreno ocasionados por la lluvia, la descomposición de la materia orgánica del agua o a su vez por el aporte desde las aguas subterráneas (Armengol, 2002, p. 27).

3.3.6. Turbidez

En el agua, el alto valor de turbidez afecta la producción de oxígeno mediante fotosíntesis de las plantas acuáticas (Revollo Gonzáles, 2015).

Tabla 7-3: Resultados de turbidez en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

TURBIDEZ (NTU)					
Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Promedio
G.S-2	1,08	1,81	0,53	0,71	1,03
G.S-4	0,62	1,34	0,52	0,93	0,85

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

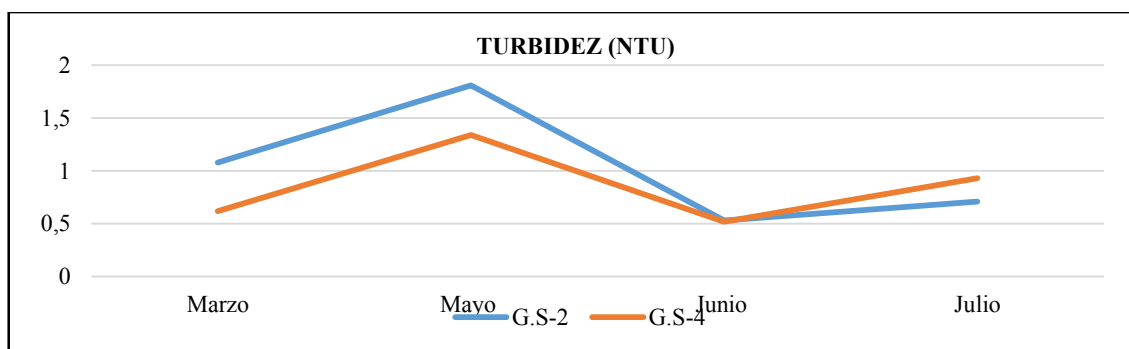


Gráfico 7-3: Variación de la Turbidez en las estaciones G.S-2 y G.S-4, durante los monitoreos

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

La tabla 7-3, muestran los valores obtenidos de las estaciones G.S-2 y G.S-4; en la estación G.S-2 la concentración incrementa a 1.81 NTU en el mes de mayo, pero disminuye en el mes de junio hasta alcanzar 0,53 NTU, el valor promedio es de 1,03 NTU; por otra parte, en la estación G.S-4 la turbidez se eleva hasta 1,34 NTU, que decrece a 0,52 NTU en el mes de junio y un promedio de 0,85NTU. El valor de este parámetro no se encuentra establecido de la tabla del Anexo I.

Durante el periodo de muestreo se presentan pequeñas fluctuaciones estacionales (Gráfico 7-3), debido a la presencia de material particulada en suspensión, siendo de origen autóctono como resultado del arrastre de material por la lluvia y corriente del río (Roldán Pérez a, 2012, p. 12) y de origen alóctono por la introducción de material particulada proveniente de las carreteras y del levantamiento de sedimentos del fondo del río, por las actividades de recreación. Se debe considerar que una turbidez puede incidir directamente en la producción primaria y el flujo de energía dentro del ecosistema acuáticos (Roldán Pérez and Ramírez Restrepo, 2008, p. 89).

3.4. Resultados del WQI según la NSF en las estaciones de monitoreo G.S-1, G.S-3 Y G.S-5

Tabla 8-3: Resultados del WQI en las estaciones G.S-1, G.S-3 Y G.S-5, en marzo

WQI - 25/ Mar/2018								
Parámetros	Unidades	Peso	Estación G.S-1		Estación G.S-3		Estación G.S-5	
			Resultados	Q	Resultados	Q	Resultados	Q
Cambio de T°	°C	0,10	0,80	111,86	1,10	108,5	0,50	115,32
Oxígeno Disuelto	%Sat	0,17	91,22	95,54	96,89	98,23	88,36	93,50
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	0,16	5,10	79,51	23,00	59,83	9,20	71,32
DBO	mg/ L	0,11	1,90	80,63	1,80	81,51	1,9	80,63
Fosfatos	mg/L PO ₄ -P	0.10	0,10	81,59	0,06	88,96	0,06	88,96
Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0.10	0,20	93,84	0,20	93,84	0,3	91,76
pH	Unidades	0,11	6,49	70,19	6,22	61,01	6,27	62,67
STD	mg/ L	0,07	11,40	82,02	11,20	81,92	10,4	81,80
Turbidez	NTU	0,08	0,86	94,9	0,90	94,82	0,76	95,10
VALOR DEL ÍNDICE			86,88		82,68		84,81	
CLASIFICACIÓN			BUENA		BUENA		BUENA	

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

La tabla 8-3, muestran los resultados de la valoración del WQI según la NSF en las tres estaciones, obteniendo niveles de calidad buenos en cada estación. En las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 los valores del índice son de 86.88, 82.68 y 84.81, respectivamente, los cuales se encuentran en el rango de calidad buena. Los coliformes fecales es el parámetro más significativo que influye en la disminución en los valores del índice en las tres estaciones y en menor medida el pH, siendo más representativos en la estación G.S-3.

Tabla 9-3: Resultados del WQI de las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 en mayo

WQI - 13/ May/2018								
Parámetros	Unidades	Peso	Estación G.S-1		Estación G.S-3		Estación G.S-5	
			Resultados	Q	Resultados	Q	Resultados	Q
Cambio de T°	°C	0,10	0,60	100	0,30	100	0,60	100
Oxígeno Disuelto	% sat	0,17	88,71	93,77	82,55	88,13	83,40	89,01
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	0,16	1,10	94,15	2,20	88,29	2,20	88,29
DBO	mg/ L	0,11	1,90	80,63	1,90	80,63	1,90	80,63
Fosfatos	mg/L PO ₄ -P	0.10	0,03	94,48	0,03	94,48	0,07	87,12
Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0.10	1,70	62,61	0,60	85,51	1,4	68,86
pH	Unidades	0,11	6,23	61,34	6,02	54,54	6,03	54,86
STD	mg/ L	0,07	9,49	81,6	9,90	81,69	12,20	82,19
Turbidez	NTU	0,08	1,33	93,94	1,20	94,20	2,22	92,15
VALOR DEL ÍNDICE			85,51		85,57		88,59	
CLASIFICACIÓN			BUENA		BUENA		BUENA	

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En el mes de mayo los valores del índice se mantienen dentro del rango calidad buena en las tres estaciones; sin embargo, en la estación G.S-1 el incremento de la concentración del nitrato y el bajo pH, reducen en valor del índice, mientras que en las estaciones G.S-3 y G.S-5, la disminución está relacionada al pH y en menor medida a los coliformes fecales.

Tabla 10-3: Resultados del WQI de las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5 en junio

WQI - 18/Jun/2018								
Parámetros	Unidades	Peso	Estación G.S-1		Estación G.S-3		Estación G.S-5	
			Resultados	Q	Resultados	Q	Resultados	Q
Cambio de T°	°C	0,10	0,30	100,00	0,10	100,00	0,40	88,82
Oxígeno Disuelto	% sat	0,17	97,51	98,41	98,02	98,53	100,00	84,04
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	0,16	1,10	94,15	2,20	88,29	3,60	84,06
DBO	mg/ L	0,11	8,00	41,72	4,00	64,07	6,00	51,6
Fosfatos	mg/L PO ₄ -P	0,10	0,04	92,64	0,04	92,64	0,08	85,28
Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0,10	0,20	93,84	0,20	93,84	1,20	73,02
pH	Unidades	0,11	6,81	81,69	6,46	69,14	6,14	58,38
STD	mg/ L	0,07	10,30	81,78	11,60	82,07	9,20	81,53
Turbidez	NTU	0,08	0,50	95,64	0,46	95,72	0,47	95,70
VALOR DEL ÍNDICE				86,40		88,24		76,62
CLASIFICACIÓN				BUENA		BUENA		BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

El análisis de la tabla 10-3 los resultados de calidad en el mes de junio presentaron valores de índices buenos, con variaciones poco significativas entre cada estación, sin embargo, no se obtiene el valor máximo en las tres estaciones, principalmente por la presencia de coliformes fecales y el aumento de la concentración de la DBO en este periodo, si bien presentan valores relativamente bajos, en la valoración del índice los pesos de estas variables son muy significativas.

Tabla 11-3: Resultados del WQI en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5, en julio

WQI - 24/Jul/2018								
Parámetros	Unidades	Peso	Estación G.S-1		Estación G.S-3		Estación G.S-5	
			Resultados	Q	Resultados	Q	Resultados	Q
Cambio de T°	°C	0,10	0,30	100,00	0,10	100,00	0,30	100
Oxígeno Disuelto	% sat	0,17	85,00	90,57	81,56	87,07	91,00	95,4
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	0,16	3,60	84,06	5,10	79,51	2,20	88,29
DBO	mg/ L	0,11	3,00	71,47	3,00	71,47	1,90	80,63
Fosfatos	mg/L PO ₄ -P	0,10	0,02	96,32	0,04	92,64	0,39	37,45
Nitratos	mg/L NO ₃ -N	0,10	1,07	75,73	1,50	66,78	0,40	89,67
pH	Unidades	0,11	7,51	92,84	6,75	79,49	7,11	89,88
STD	mg/ L	0,07	12,00	82,15	12,80	82,32	12,2	82,19
Turbidez	NTU	0,08	0,52	95,60	1,60	93,39	2,39	91,81
VALOR DEL ÍNDICE				88,48		84,26		81,69
CLASIFICACIÓN				BUENA		BUENA		BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5, los valores del índice presentan una calidad buena en el mes de julio, sin embargo, se presenta un aumento de coliformes fecales, fosfatos, nitratos y la DBO. En la estación G.S-1 los parámetros más influyentes en el valor del índice son los coliformes fecales y el nitrato, sin embargo, son más significativos en la estación 3. Por otra parte, en la estación 5 la cantidad de coliformes fecales disminuye y la concentración del fosfato aumenta en pequeñas concentraciones (Tabla 11-3).

Tabla 12-3: Resultados del WQI en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5, durante el periodo de estudio.

WQI en las estaciones G. S-1, G.S-3 Y G.S-5						
ESTACIONES DE MUESTREO	MAR	MAY	JUN	JUL	PROMEDIO	CLASIFICACIÓN
G.S-1	86,88	85,51	86,40	88,48	86,82	BUENA
G.S-3	82,68	85,57	88,24	84,26	85,19	BUENA
G.S-5	84, 81	88,59	76,62	81,69	82,30	BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019



Gráfico 8-3: Variación del WQI en las estaciones G.S-1, G.S-3 Y G.S-5, durante el periodo de estudio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

La tabla 12-3, se muestran los resultados del índice WQI de la NSF en las tres estaciones de muestreo, en donde se puede apreciar valores dentro del rango de calidad buena, tanto a nivel estacional como temporal. Como se puede observar en el gráfico 8-3, existe una variación poco significativa en los valores de calidad promedio, presentando una tendencia decreciente desde la estación 1 a la estación 5, sin embargo, el valor de calidad es bueno en todas las estaciones.

Las alteraciones en los parámetros fisicoquímicos generalmente están relacionadas a descargas puntuales de desechos momentos antes de recolectar las muestras (Forero Céspedes et al., 2013). Por tal motivo, se debe considerar que los parámetros medidos, únicamente reflejan condiciones puntuales del día en que se tomó la muestra, más no refleja de las perturbaciones que constantemente impactan este medio acuático a lo largo del tiempo.

Los parámetros relacionados con la disminución la calidad del agua de este cuerpo hídrico, son la presencia de coliformes fecales, el valor del pH, las concentraciones de nitratos, fosfatos y de la DBO, los mismos que varían en pequeñas cantidades a través del tiempo y espacio.

En la estación G.S-1 estos parámetros pueden asociados a factores naturales como la deposición de excretas de animales silvestres, composición fisicoquímica del suelo y del lecho fluvial, el arrastre de compuesto desde la zona ribereña y la descomposición de materia orgánico en el lecho

del río, mientras que en las estación G.S-3 y G.S-5 factores como: descargas de agua residual y aguas lluvia, descargar puntuales de material fecal y residuos domésticos, la posible infiltración de aguas negras de fosas sépticas, la actividad agrícola y ganadera y la descomposición de materia orgánica en las zonas de represamiento, pueden estar alterando las cantidad y concentraciones normales de estos parámetros.

3.5. Resultados de macroinvertebrados.

Tabla 13-3: Composición taxonómica de los macroinvertebrados encontrados durante el periodo de estudio

Clase	Orden	Familia
Insecta	Ephemeroptera	Euthyplociidae
		Baetidae
		Leptophlebiidae
		Leptohyphidae
	Diptera	Chironomidae
		Ceratopogonidae
		Tipulidae
		Simuliidae
		Empididae
		Coenagrionidae
		Calopterygidae
	Odonata	Gomphidae
		Libellulidae
		Megapodagrionidae
		Cordulegastridae
		Aeshnidae
		Polythoridae
		Ptilodactylidae
	Coleoptera	Psephenidae
		Elmidae
		Scirtidae
		Dyticidae
		Calamoceratidae
	Trichoptero	Leptoceridae
		Hydroptilidae
		Hydropsychidae
		Philopotamidae
		Hydrobiosidae
		Polycentropolidae
		Odontoceridae
Hemiptera		Naucorida
Neuróptera	Corydalidae	
Plecóptera	Perlidae	
Turbellaria	Tricladida	Planariidae
Malacostrgaca	Decápoda	Pseudothelphusidae
		Palaemonidae
Bivalvia	Unionida	Sphaeridae
NematormpHa	Gordioidea	Chordodidae.
	Gordioidea	Gordiidae
Gastrópoda	Mesogatropoda	Bithyniidae
Oligochaeta	Tricladida	Tubificidae
	Aplotaxida	Nemátoda
Arachnoidea	Acari	Lymnessiidae

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la tabla 13-3, se muestra la clasificación taxonómica de los macroinvertebrados presentes en las cinco estaciones de monitoreo de la microcuenca del río Guanganza Chico.

Durante el período de estudio se identificó un total de 8 Clases, 18 Órdenes y 43 Familias de macroinvertebrados. La clase más diversa es la insecta, la cual está representada por 8 órdenes, a su vez, el Orden Trichóptero contiene el mayor número de familias presentes.

Tabla 14-3: Abundancia de familias presentes durante el período de estudio

Nº	Familia	Abundancia	% de Abundancia
1	Ptilodactylidae	282	14,85
2	Hydropsychidae	272	14,32
3	Chironomidae	203	10,69
4	Leptohyphidae	168	8,85
5	Libellulidae	113	5,95
6	Naucoridae	108	5,69
7	Leptophlebiidae	102	5,37
8	Euthyplociidae	64	3,37
9	Planariidae	53	2,79
10	Leptoceridae	53	2,79
11	Psephenidae	52	2,74
12	Tipulidae	49	2,58
13	Gomphidae	39	2,05
14	Megapodagrionidae	39	2,05
15	Calamoceratidae	34	1,79
16	Baetidae	33	1,74
17	Calopterygidae	29	1,53
18	Coenagrionidae	28	1,47
19	Elmidae	25	1,32
20	Philopotamidae	23	1,21
21	Simuliidae	22	1,16
22	Palaemonidae	16	0,84
23	Hydrobiosidae	14	0,74
24	Corydalidae	13	0,68
25	Polythoridae	10	0,53
26	Bithyniidae	10	0,53
27	Ceratopogonidae	8	0,42
28	Pseudothelpusidae	8	0,42
29	Hydroptilidae	5	0,26
30	Sphaeridae	4	0,21
31	Tubificidae	3	0,16
32	Polycentropodidae	3	0,16
33	Empididae	2	0,11
34	Scirtidae	2	0,11
35	Lymnessiidae	2	0,11
36	Aeshnidae	1	0,05
37	Chordodidae.	1	0,05
38	Gordiidae	1	0,05
39	Odontoceridae	1	0,05
40	Dytiscidae	1	0,05
41	Cordulegastridae	1	0,05
42	Nemátoda	1	0,05
43	Perlidae	1	0,05
TOTAL		1899	100

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

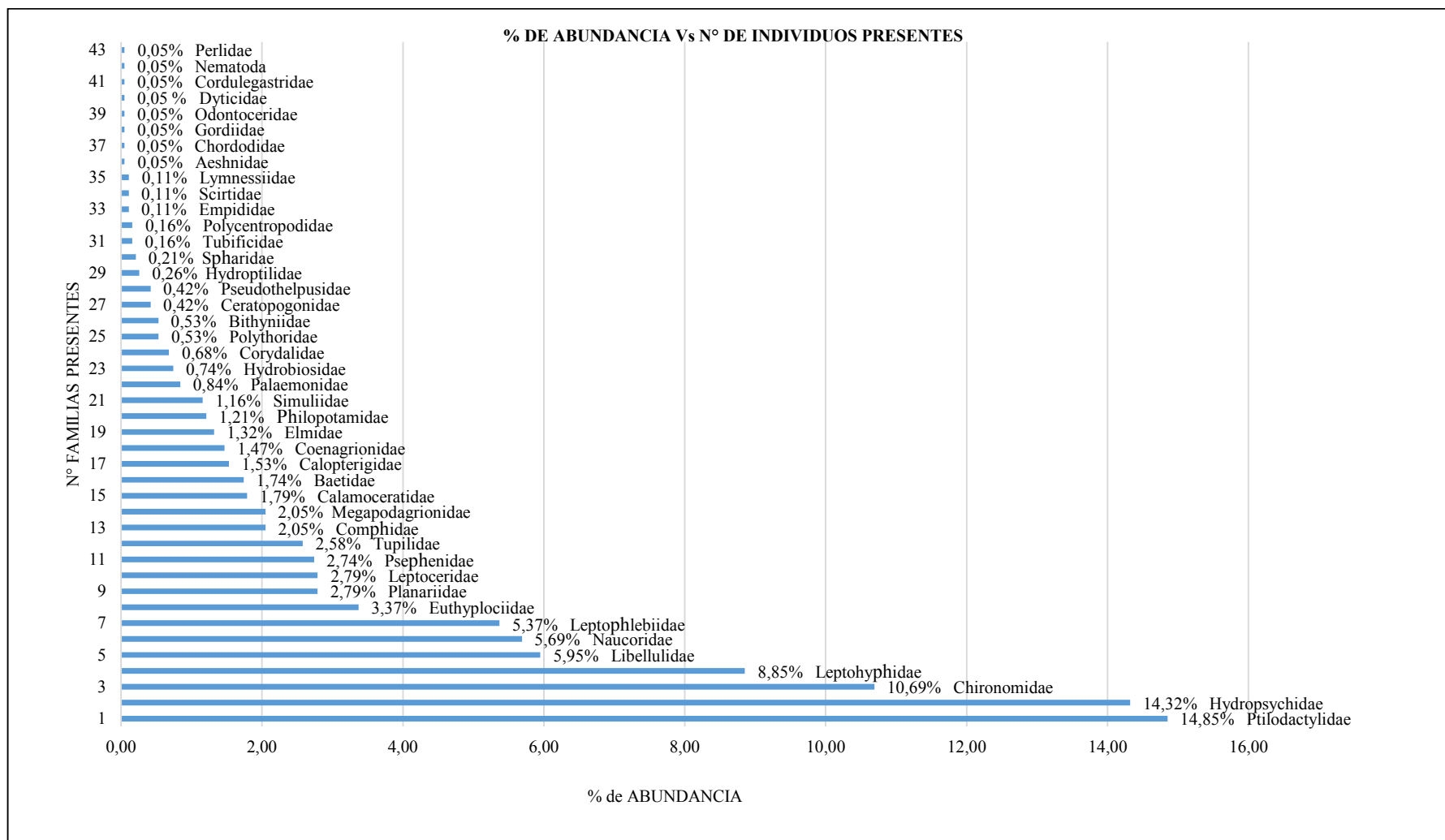


Grafico 9-3: Abundancia de familias presentes en las estaciones de monitoreo durante el periodo de estudio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En este cuerpo hídrico se recolectó un total de 1899 macroinvertebrados bentónicos, distribuidos en las cinco estaciones de monitoreo del tramo de estudio (Tabla 14-3).

En la Grafico 9-3 se puede observar que la familia *Ptilodactylidae* presentó el mayor número individuos, con un total de 282 (14,85%), seguido por otras familias como la *Hydropsychidae* con 272 (14,32%), *Chironomidae* con 203 (10,69%), *Leptohyphidae* con 168 (8,85%), *Libellulidae* con 113 (5,95%), *Naucoridae* con 108 (5,69%) y *Leptophlebiidae* con 102 (5,37%), siendo las más representativas en número y presencia (Anexo P); por otra parte, las familias con menor número individuos fueron: *Chordodidae*, *Gordiidae*, *Odontoceridae*, *Dytiscidae*, *Cordulegastridae*, *Nematoda* y *Perlidae*, cada familia registra 1 individuo (0,05%).

En la valoración del índice EPT se identificaron un total de 767 individuos, de los cuales 389 corresponde al orden Trichóptero, 378 al orden Ephemeroptero y 1 individuo del orden Plecóptero, cabe mencionar que en la valoración del índice EPT, el plecópetero encontrado no fue considerado, por lo que únicamente se determinó con la abundancia del índice EPT con los individuos de las ordenes Ephemeroptero y Trichóptero.

La presencia de un ejemplar del orden Plecóptero de la familia *Perlidae*, puede estar relacionado al arrastre por la corriente desde la parte alta de la microcuenca, como consecuencia de las fuertes precipitaciones. La ausencia de individuos del orden Plecóptero pueden estar limitada a factores ecológicos, (Roldan Perez et al., 1996), puesto a que los individuos de este orden se representan mejor en corrientes turbulentas, frías y muy limpias situadas alrededor de los 2000,00 m de altura.

En este estudio la familia *Ptilodactylidae* y *Hydropsychidae* se reporta en todas las estaciones siendo más abundante en las estaciones menos perturbadas, esta distribución puede estar relacionada a que el sistema fluvial de esta microcuenca presenta condiciones de hábitats similares a lo largo de todo el tramo (Montoya et al., 2011, p. 8).

3.5.1. Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación de muestreo, durante el periodo de estudio.

- Estación G.S-1

Tabla 15-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de marzo.

ESTACIÓN G.S-1 (25-Marzo-2018)					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	13	9	13
2	Odonata	Calopterygidae	3	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	17	10	
4	Odonata	Gomphidae	1	10	
5	Hemiptera	Naucoridae	6	7	
6	Diptera	Ceratopogonidae	1	3	
7	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	7	9	7
8	Ephemeroptero	Leptohyphidae	2	7	2
9	Decápoda	Palaemonidae	2	8	
10	Unionida	Sphaeridae	2	4	
11	Odonata	Coenagrionidae	2	7	
12	Trichóptero	Hydropsychidae	6	7	6
13	Coleóptera	Hydrobiosidae	4	9	
14	Odonata	Libellulidae	7	6	
15	Diptera	Tipulidae	4	3	
16	Neuróptera	Corydalidae	2	6	
17	Coleóptera	Psephenidae	4	10	
ABUNDANCIA EPT					28
VALOR TOTAL			83	122	33,73
CALIDAD				BUENA	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

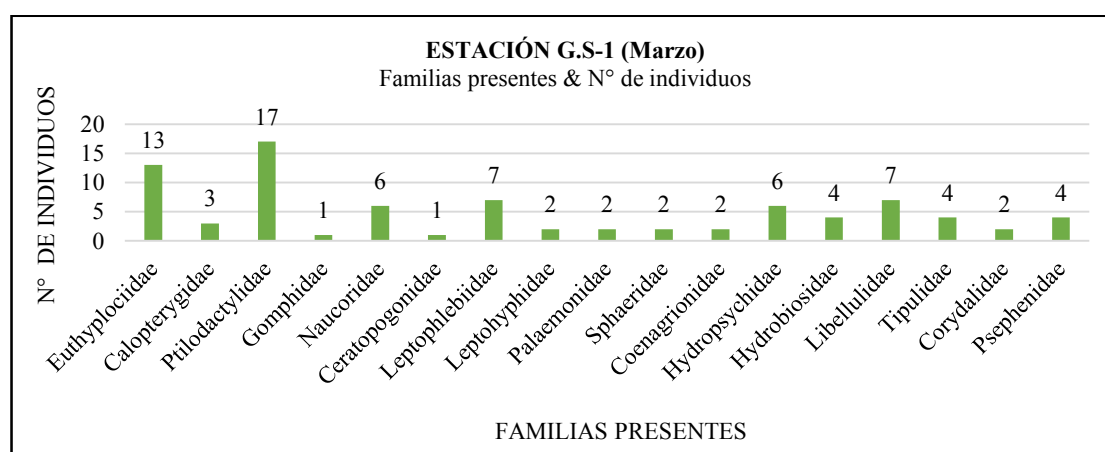


Grafico 10-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de marzo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la tabla 15-3 se puede observar que en la valoración del índice BMWP/Col las familias con mayor puntuación son: *Ptilodactylidae*, *Gomphidae*, *Psephenidae*; mientras que las familias con menor puntuación fueron: *Ceratopogonidae*, *Tipulidae* de puntaje 3; En referencia al EPT, en este mes se encontraron 28 un total de individuos, 22 individuos del orden Ephemeroptero (13

Euthyplociidae, 7 *Leptophlebiidae* y 2 *Leptohyphidae*) y 6 del orden Trichóptero (6 *Hydropsychidae*). Durante el desarrollo del muestreo se registró un total de 17 familias, con una abundancia de 83 individuos (Grafico 10-3).

Tabla 16-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de mayo.

ESTACIÓN G.S-1 (13-Mayo-2018)					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Díptera	Chironomidae	2	2	
2	Odonata	Calopterygidae	2	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	24	10	
4	Odonata	Gomphidae	1	10	
5	Trichóptero	Calamoceratidae	1	10	1
6	Tricladida,	Planariidae	2	7	
7	Epheméroptero	Baetidae	1	7	1
8	Hemiptera	Naucoridae	15	7	
9	Epheméroptero	Leptohyphidae	7	7	7
10	Decápoda	Palaemonidae	2	8	
11	Odonata	Coenagrionidae	2	7	
12	Trichóptero	Hydropsychidae	26	7	26
13	Trichóptero	Philopotamidae	5	9	5
14	Odonata	Libellulidae	8	6	
15	Díptera	Tipulidae	6	3	
16	Coleóptera	Psephenidae	10	10	
17	Díptera	Simuliidae	1	8	
18	Odonata	Polythoridae	2	10	
19	Gordioidea	Chordodidae.	1	10	
ABUNDANCIA EPT					40
VALOR TOTAL			118	145	33,90
CALIDAD DEL AGUA				BUENA	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

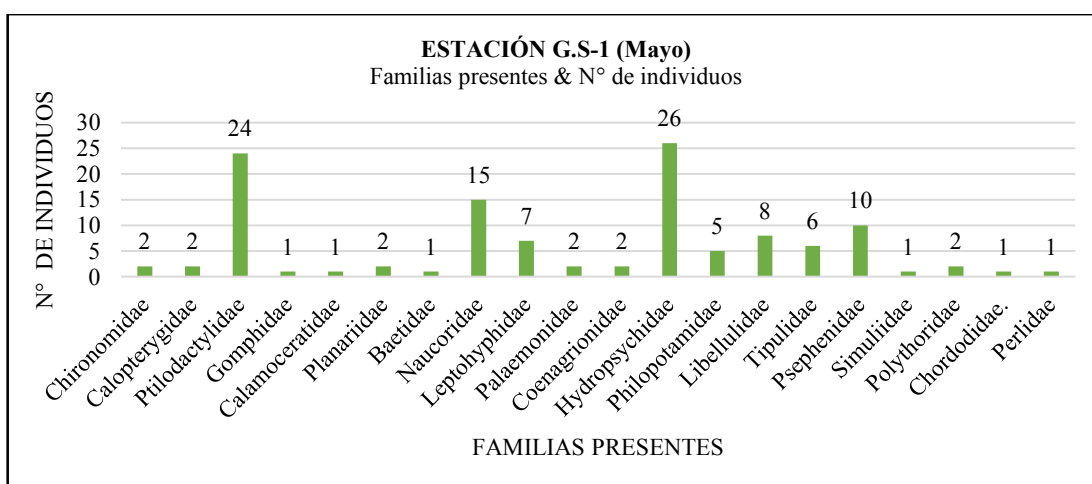


Grafico 11-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de mayo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Según la tabla 16-3, en el índice BMWP/Col las familias presentes con el mayor puntaje fueron: *Ptilodactylidae*, *Gomphidae*, *Calamoceratidae*, *Psephenidae*, *Polythoridae* y *Chordodidae*, mientras que las familias con los puntajes más bajos fueron: *Chironomidae* y *Tipulidae*.

Sin embargo, en el índice EPT se registraron 40 individuos de las tres órdenes, 32 del orden Trichóptero (1 *Calamoceratidae*, 26 *Hydropsychidae* y 5 *Philopotamidae*), seguido de 8 individuos de orden Ephemeroptero (7 *Leptohyphidae*, 1 *Baetidae*) y Plecóptera (1 *Perlidae*).

Cabe recalcar que en la valoración no se consideró este individuo, debido a que durante todo el periodo de muestreo únicamente en este mes se registró, por lo que se considera que fue arrastrado por la corriente durante una crecida como consecuencia de las altas precipitaciones. En este mes se encontró un total de 20 familias y una abundancia de 119 individuos (Grafico 11-3).

Tabla 17-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de junio.

ESTACIÓN G.S-1					
(18-Junio-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	1	9	1
2	Díptera	Chironomidae	26	2	
3	Odonata	Calopterygidae	1	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	58	10	
5	Trichóptero	Calamoceratidae	1	10	1
6	Tricladida	Planariidae	11	7	
7	Trichóptero	Leptoceridae	5	8	5
8	Ephemeroptero	Baetidae	4	7	4
9	Hemiptera	Naucoridae	23	7	
10	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	13	9	13
11	Ephemeroptero	Leptohyphidae	14	7	14
12	Decápoda	Palaemonidae	3	8	
13	Odonata	Coenagrionidae	1	7	
14	Trichóptero	Hydropsychidae	53	7	53
15	Trichóptero	Philopotamidae	2	9	2
16	Trichóptero	Hidrobiosidae	2	9	2
17	Odonata	Libellulidae	14	6	
18	Díptera	Tipulidae	13	3	
19	Odonata	Corydalidae	2	6	
20	Coleóptera	Psephenidae	22	10	
21	Coleóptera	Elmidae	1	6	
22	Odonata	Megapodagrionidae	3	6	
23	Odonata	Polythoridae	2	10	
24	Odonata	Cordulegastridae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					95
VALOR TOTAL			276	178	34,42
CALIDAD DEL AGUA				BUENA	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

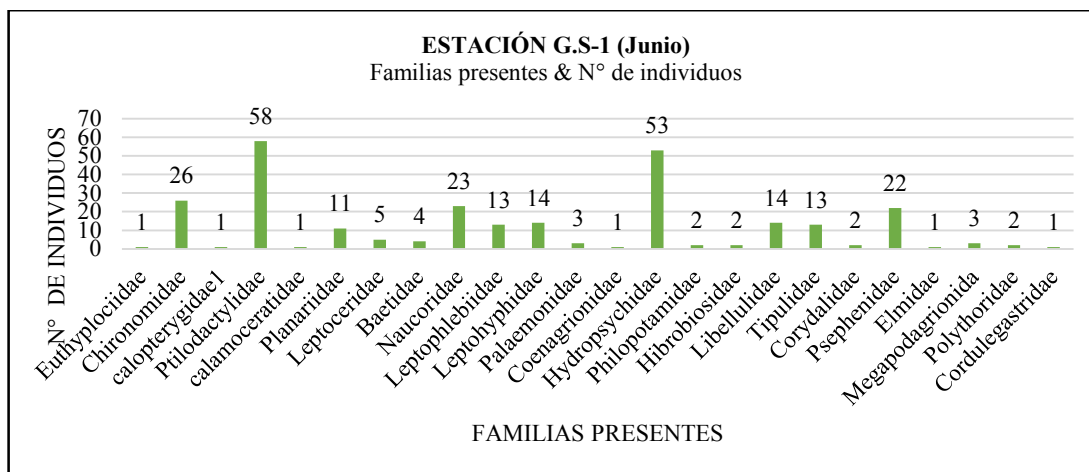


Grafico 12-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de junio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Según la tabla 17-3, en la valoración del índice BMWP/Col se puede observar que las familias con mayor puntuación son: *Ptilodactylidae*, *Calamoceratidae*, *Psephenidae*, *Polythoridae*; sin embargo, las familias con menor puntuación fueron: *Chironomidae* y *Tipullidae*; Entre tanto en la valoración del índice EPT, se encontraron 95 individuos, de los cuales el orden Trichóptero presento una abundancia de 63 individuos (1 *Calamoceratidae*, 5 *Leptoceridae*, 53 *Hydropsychidae*, 2 *Philopotamidae* y 2 *Hidrobiosidae*) y el orden Ephemeroptero registra 32 individuos (1 *Euthyplociidae*, 4 *Baetidae*, 13 *Leptophlebiidae* y 14 *Leptohyphidae*). Durante el desarrollo del muestreo, se registraron 24 familias con una abundancia total de 276 (Grafico 12-3).

Tabla 18-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 en el mes de julio.

ESTACIÓN G.S-1 (24-Julio-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Diptera	Chironomidae	8	2	
2	Coleóptera	Ptilodactylidae	71	10	
3	Tricladida	Planariidae	15	7	
4	Trichóptero	Leptoceridae	1	8	1
5	Ephemeroptero	Baetidae	2	7	2
6	Hemiptera	Naucoridae	8	7	
7	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	8	9	8
8	Ephemeroptero	Leptohyphidae	12	7	12
9	Trichóptero	Hydroptilidae	1	7	1
10	Odonata	Coenagrionidae	1	7	
11	Trichóptero	Hydropsychidae	56	7	56
12	Trichóptero	Philopotamidae	6	9	6
13	Trichóptero	Hydrobiosidae	1	9	1
14	Odonata	Libellulidae	12	6	
15	Diptera	Tipulidae	9	3	
16	Odonata	Corydalidae	2	6	
17	Coleóptera	Psephenidae	13	10	

18	Coleóptera	Elmidae	1	6	
19	Diptera	Simuliidae	4	8	
20	Odonata	Polythoridae	4	10	
21	Mesogatropoda	Bithyniidae	2	3	
22	Arachnoidea	Lymnessidae	1	10	
ABUNDANCIA EPT					87
VALOR TOTAL			237	148	36,71
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

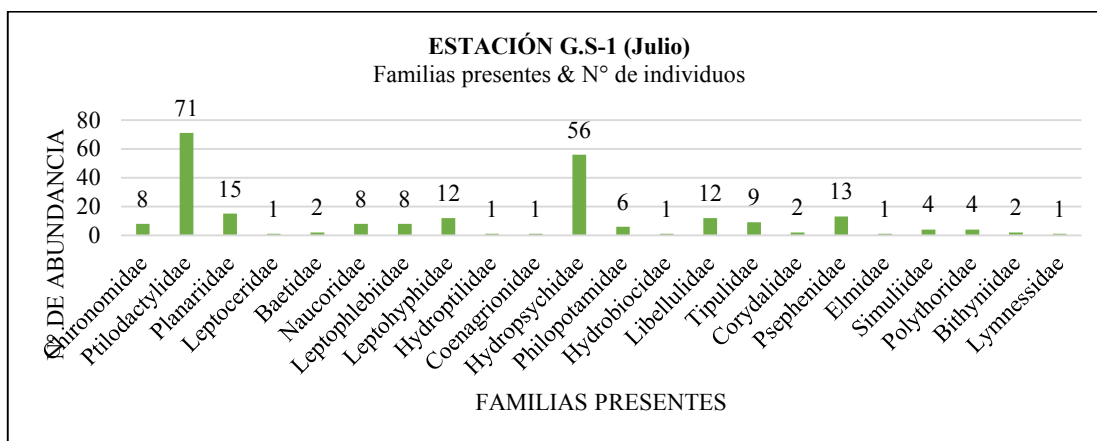


Grafico 13-3: Abundancia de familias en la estación G.S-1 en el mes de julio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la evaluación del índice BMWP/Col, se pudo observar que las familias con mayor puntaje encontrados fueron: *Ptilodactylidae*, *Psephenidae*, *Polythoridae* y *Lymnessidae*; en tanto, las familias con menor puntaje son: *Chironomidae*, *Tipulidae* y *Bithyniidae*; Por otra parte, en la valoración del índice EPT se presentó una abundancia de 87 individuos, repartidos en dos órdenes, los Ephemeropteros con 22 individuos (2 *Baetidae*, 8 *Leptophlebiidae* y 12 *Leptohephyidae*) y los Trichópteros con 65 (1 *Leptoceridae*, 1 *Hydroptilidae*, 56 *Hydropsychidae*, 6 *Philopotamidae* y 1 *Hydrobiosidae*), siendo este último el más abundante (Tabla 18-3). En este último mes, se encontraron 22 familias de macroinvertebrados con una abundancia total de 245 individuos (Grafico 13-3).

- Estación G.S-2

Tabla 19-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de marzo.

ESTACIÓN G.S-2 (25-Marzo-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	1	9	1
2	Odonata	Gomphidae	1	10	
3	Trichóptero	Leptoceridae	2	8	2
4	Ephemeroptero	Baetidae	1	7	1
5	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	2	7	2
6	Ephemeroptero	Leptoxyphidae	1	7	1
7	Odonata	Libellulidae	3	6	
8	Odonata	Aeshnidae	3	6	
9	Tricladida	Planariidae	2	7	
ABUNDANCIA EPT					7
VALOR TOTAL			16	65	43,75
CALIDAD				ACEPTABLE	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

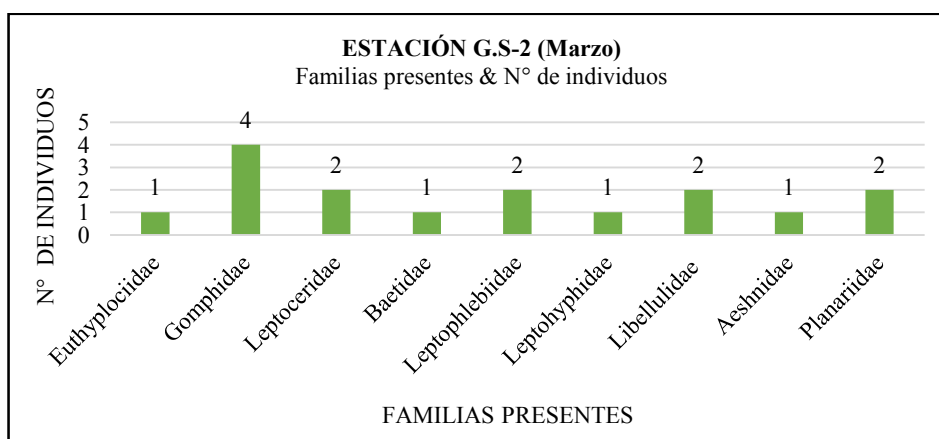


Grafico 14-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de marzo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

De acuerdo al índice biótico BMWP/Col, durante la valoración, se pudo evidenciar que las familias con puntuación alta disminuyeron significativamente, encontrándose únicamente las familias *Gomphidae* y *Eutiplocidae*, mientras que las familias de menor puntuación fueron *Aeshnidae* y *Libellulidae*, cabe mencionar que estas familias reportan una puntuación de 6, por lo que se las ha considerado debido a que no se reportaron individuos con puntuaciones más bajas; Sin embargo, en el índice EPT se registra la abundancia más baja de todo el periodo de monitoreo, con un total de 7 individuos, en donde el orden Trichóptero presenta 2 individuos (2 *Leptoceridae*) y el orden Ephemeroptero 5 individuos (1 *Euthyplociidae*, 1 *Baetidae*, 2 *Leptophlebiidae* y 1 *Leptoxyphidae*) (Tabla 19-3). Para esta estación, en este mes se determinaron un total de 16 individuos y 9 familias (Grafico 14-3).

Tabla 20-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de mayo.

ESTACIÓN G.S-2 (13-Mayo-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Díptera	Chironomidae	11	2	
2	Odonata	Calopterygidae	1	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	2	10	
4	Trichóptero	Calamoceratidae	6	10	6
5	Tricladida,	Planariidae	1	7	
6	Ephemeroptero	Baetidae	3	7	3
7	Ephemeroptero	Leptohyphidae	12	7	12
8	Trichóptero	Hydropsychidae	3	7	3
9	Trichóptero	Hidrobiosidae	3	9	3
10	Odonata	Libellulidae	2	6	
11	Coleóptera	Psephenidae	1	10	
12	Coleóptera	Elmidae	1	6	
13	Odonata	Polythoridae	1	10	
14	Díptera	Empididae	1	4	
ABUNDANCIA EPT					27
VALOR TOTAL			48	102	56,25
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

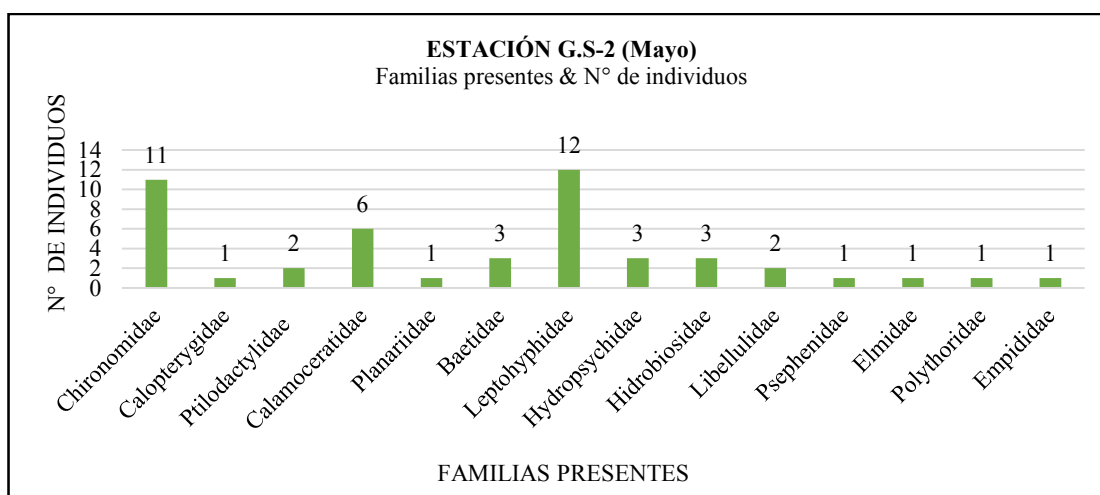


Grafico 15-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de mayo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En referencia al índice BMWP/Col la presencia de familias con puntaje máximo fueron escasas, entre estas se mencionan las siguientes: *Ptilodactylidae*, *Calamoceratidae* y *Psephenidae*, mientras que el puntaje más bajo corresponde a la familia *Chironomidae*; Por otra parte, en el índice EPT se registra 27 especímenes, en donde el orden Ephemeropteros contiene 15 especímenes (3 *Baetidae* y 12 *Leptohyphidae*) y 12 especímenes (6 *Calamoceratidae*, 3 *Hydropsychidae*, 3 *Hidrobiosidae*) del orden Trichóptero (Tabla 20-3). Se encontraron 17 familias, cuya abundancia aumento considerablemente con un valor de 48 individuos (Grafico 15-3).

Tabla 21-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de junio.

ESTACIÓN G.S-2 (18-Junio-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	1	9	1
2	Díptera	Chironomidae	4	2	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	4	10	
4	Odonata	Gomphidae	3	10	
5	Trichóptero	Calamoceratidae	4	10	4
6	Tricladida	Planariidae	1	7	
7	Trichóptero	Leptoceridae	4	8	4
8	Ephemeroptero	Baetidae	4	7	4
9	Díptera	Ceratopogonidae	1	3	
10	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	9	9	9
11	Ephemeroptero	Leptoxyphidae	36	7	36
12	Odonata	Coenagrionidae	2	7	
13	Trichóptero	Hydropsychidae	7	7	7
14	Odonata	Libellulidae	3	6	
15	Coleóptera	Elmidae	3	6	
16	Odonata	Megapodagrionidae	2	6	
17	Tricladida	Tubificidae	1	2	
ABUNDANCIA EPT					65
VALOR TOTAL			89	115	73,03
CALIDAD DEL AGUA				BUENA	BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

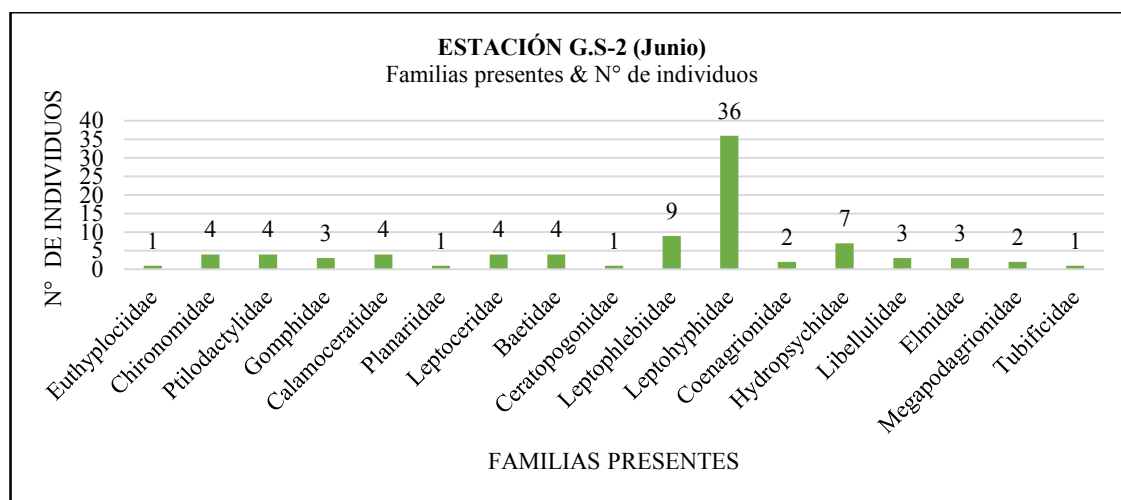


Grafico 16-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de junio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Según el índice BMWP/Col, las familias presentes con puntajes altos son: *Ptilodactylidae*, *Gomphidae* y *Calamoceratidae*, mientras que los menores puntaje reporta las familias *Chironomidae* y *Ceratopogonidae*; Sin embargo, en el índice EPT el orden Ephemeroptero registro la mayor abundancia con 50 individuos (1 *Euthyplociidae*, 4 *Baetidae*, 9 *Leptophlebiidae* y 36 *Leptoxyphidae*), mientras que el orden Trichóptero concentra 15 individuos (4 *Calamoceratidae*, 4 *Leptoceridae* y 7 *Hydropsychidae*), obteniendo una abundancia total de 65

especímenes (Tabla 21-3). En el mes de junio, se recolectaron 17 familias taxonómicas, las cuales presentaron una abundancia total de 89 individuos (Grafico 16-3).

Tabla 22-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2 en el mes de julio.

ESTACIÓN G.S-2 (24-Julio-2018)					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Diptera	Chironomidae	31	2	
2	Odonata	Calopterygidae	1	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	9	10	
4	Odonata	Gomphidae	2	10	
5	Trichóptero	Calamoceratidae	2	10	2
6	Tricladida	Planariidae	4	7	
7	Trichóptero	Leptoceridae	4	8	4
8	Hemiptera	Naucoridae	1	7	
9	Diptera	Ceratopogonidae	1	3	
10	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	1	9	1
11	Ephemeroptero	Leptohyphidae	22	7	22
12	Decápoda	Palaemonidae	2	8	
13	Trichóptero	Hydropsychidae	20	7	20
14	Trichóptero	Polycentropodidae	1	9	1
15	Odonata	Libellulidae	2	6	
16	Diptera	Tipulidae	2	3	
17	Coleóptera	Elmidae	1	6	
18	Odonata	Megapodagrionidae	1	7	
19	Diptera	Simuliidae	1	8	
20	Diptera	Empididae	1	4	
ABUNDANCIA EPT					50
VALOR TOTAL			110	139	45,45
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

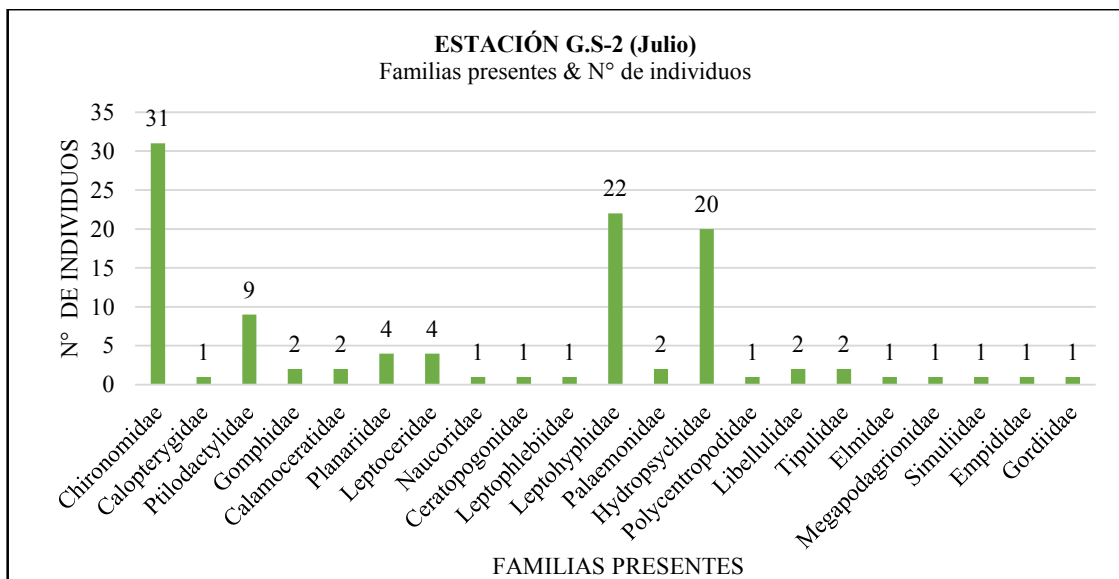


Grafico 17-3: Abundancia de familias en la estación G.S-2 en el mes de julio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Para el índice BMWP/Col, la presencia de las familias *Ptilodactylidae*, *Gomphidae* y *Calamoceratidae* de puntaje 10, atribuyen significativamente una calidad buena, sin embargo, también se registran familias de puntajes bajos, como son: *Chironomidae*, *Ceratopogonidae* y *Tipulidae*; No obstante, en el índice EPT, el orden Trichóptero registra mayor abundancia de 27 individuos (2 *Calamoceratidae*, 4 *Leptoceridae*, 20 *Hydropsychidae* y 1 *Polycentropodidae*), mientras que el orden Ephemeroptero se compone de 23 individuos (23 *Leptohyphidae* y 1 *Leptophlebiidae*), con un total de 50 individuos encontrados (Tabla 22-3). El muestreo realizado en el último mes, se reportó 20 familias con una abundancia de 110 (Grafico 3-17).

- Estación G.S-3

Tabla 23-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de marzo.

ESTACIÓN G.S-3					
25-Marzo-2018					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Odonata	Calopterygidae	2	7	
2	Coleóptera	Ptilodactylidae	2	10	
3	Odonata	Gomphidae	3	10	
4	Hemiptera	Naucoridae	4	7	
5	Ephemeroptero	Leptohyphidae	4	7	4
6	Trichóptero	Hydropsychidae	3	7	3
7	Odonata	Libellulidae	7	6	
8	Díptera	Tipulidae	5	3	
ABUNDANCIA EPT					7
VALOR TOTAL			30	57	23,33
CALIDAD				DUDOSA	MALA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

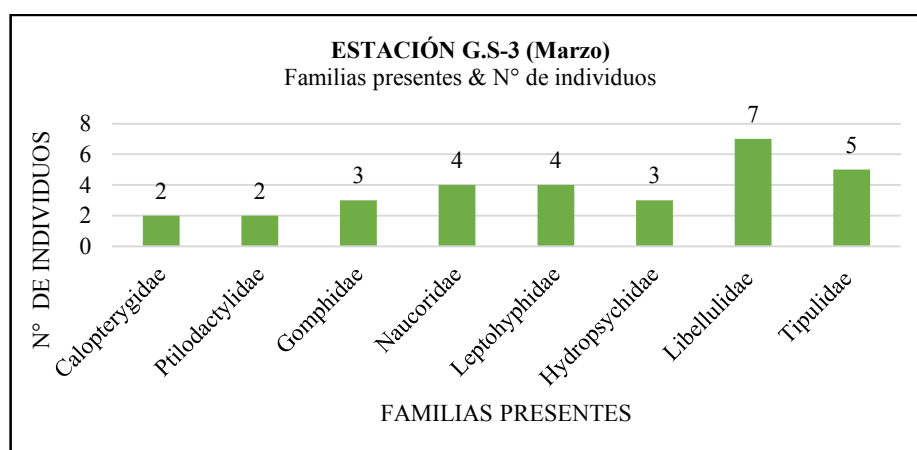


Grafico 18-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de marzo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

De acuerdo a la valoración del índice BMWP/Col, los puntajes más altos se atribuyen a las familias *Ptilodactylidae* y *Gomphidae*, sin embargo, la familia *Tipulidae* presenta el menor puntaje; Por otra parte, el índice EPT, registra un total de 7 individuos, 4 Individuos del orden Ephemeroptero (4 *Leptohyphidae*) y 3 individuos del orden Trichóptero (*Hydropsychidae*) (Tabla 23-3). En este tramo, en el primer mes de muestreo se presentaron un total de 18 familias, la cual registra una abundancia de 30 ejemplares (Grafico 18-3).

Tabla 24-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de mayo.

ESTACIÓN G.S-3					
13-Mayo-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Diptera	Chironomidae	15	2	
2	Odonata	Gomphidae	5	10	
3	Trichóptero	Calamoceratidae	1	10	1
4	Trichóptero	Leptoceridae	1	8	1
5	Hemiptera	Naucoridae	3	7	
6	Ephemeroptero	Leptohyphidae	3	7	3
7	Trichóptero	Hydropsychidae	4	7	4
8	Trichóptero	Hidrobiosidae	1	9	1
9	Odonata	Libellulidae	8	6	
10	Diptera	Tipulidae	1	3	
11	Odonata	Polythoridae	1	10	
12	Mesogatropoda	Bithyniidae	1	3	
ABUNDANCIA EPT					10
VALOR TOTAL			44	83	22,73
CALIDAD DEL AGUA				ACEPTABLE	MALA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

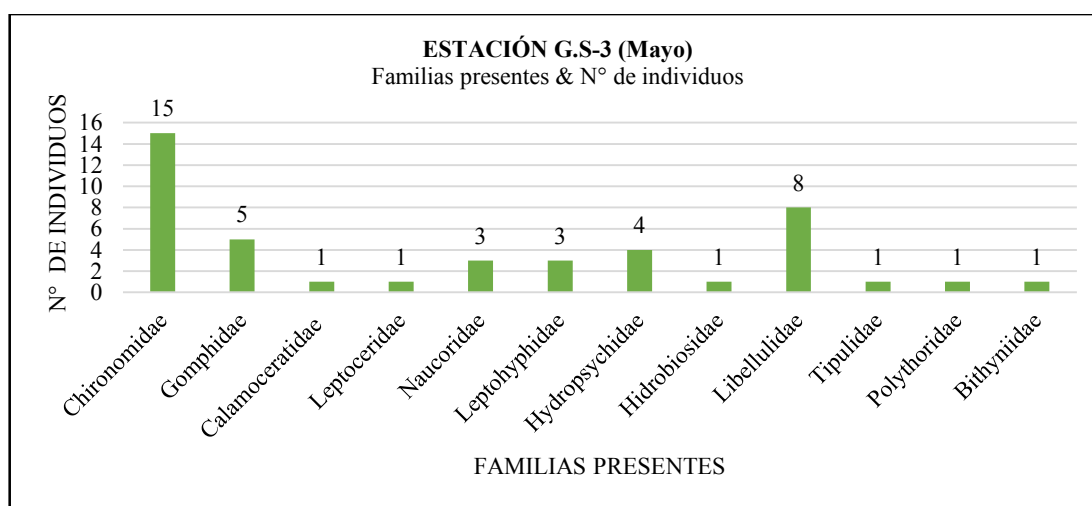


Grafico 19-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de mayo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En el índice BMWP/Col, las familias presentes con la más alta puntuación son: *Gomphidae*, *Calamoceratidae* y *Polythoridae*, son embargo también se encuentran familias con puntajes bajos

como *Chironomidae*, *Tipulidae* y *Bithyniidae*; Entre tanto, del índice EPT se determinó una abundancia de 10 individuos, en donde se presentaron 3 individuo del orden Ephemeroptero (*Leptohyphidae*) y 7 individuos del orden Trichóptero (1 *Calamoceratidae*, 1 *Leptoceridae*, 4 *Hydropsychidae* y 1 *Hidrobiosidae*) (Tabla 24-3). Para el mes de mayo, el número de familias asciende de 8 a 12, con una abundancia de 44 individuos (Grafico 19-3).

Tabla 25-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de junio.

ESTACIÓN G.S-3					
18-Junio-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	2	9	2
2	Diptera	Chironomidae	5	2	
3	Odonata	Calopterygidae	5	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	6	10	
5	Odonata	Gomphidae	1	10	
6	Tricladida	Planariidae	1	7	
7	Hemiptera	Naucoridae	14	7	
8	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	22	9	23
9	Trichóptero	Hydropsychidae	7	7	7
10	Odonata	Libellulidae	5	6	
11	Diptera	Tipulidae	1	3	
12	Odonata	Megapodagrionidae	2	6	
13	Tricladida	Tubificidae	1	2	
14	Decápoda	Pseudothelpusidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					31
VALOR TOTAL			73	92	42,47
CALIDAD DEL AGUA				ACEPTABLE	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

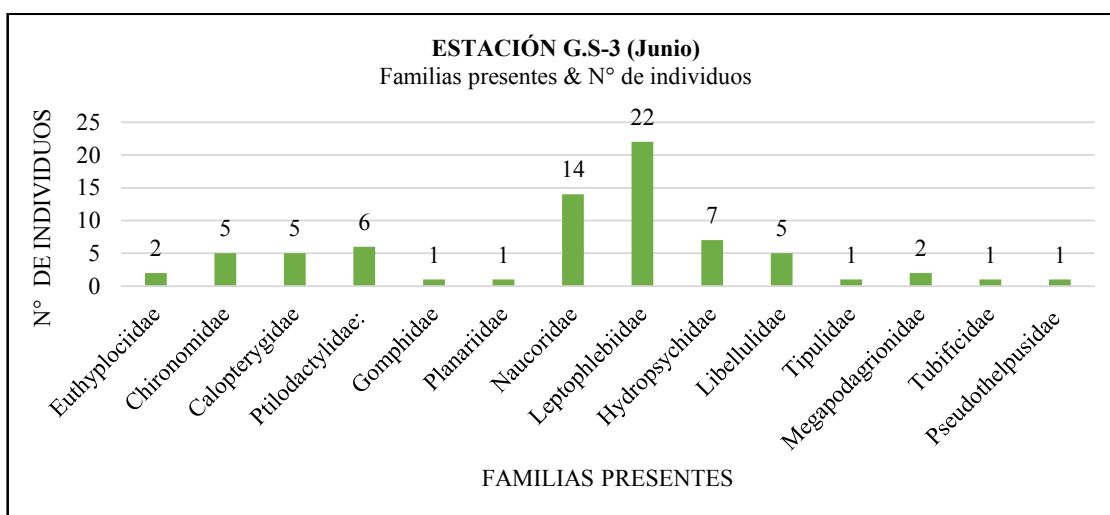


Grafico 20-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de junio

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la valoración del índice BMWP/Col la presencia de las familias *Ptilodactylidae*, *Gomphidae*, *Euthyplociidae* y *Leptophlebiidae*, de alta puntuación, permitieron el incremento del valor del

índice; sin embargo, las familias, *Tubificidae*, y *Tipulidae*, de bajas puntuaciones, son significativas en la determinación de este índice; Al mismo tiempo, los individuos del orden EPT aumenta su abundancia relativamente, concentrando un total de 31 individuos, en donde el orden Ephemeroptero presenta 24 individuos (2 *Euthyplociidae* y 22 *Leptophlebiidae* y el orden Trichóptero concentra 7 individuos *Hydropsychidae* (Tabla 25-3). En este mes, el número de familias asciende paulatinamente a 14 y una abundancia de 73 ejemplares (Grafico 20-3).

Tabla 26-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3 en el mes de julio.

ESTACIÓN G.S-3					
24-Julio-2018					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Díptera	Chironomidae	41	2	
2	Odonata	Calopterygidae	1	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	2	10	
4	Odonata	Gomphidae	5	10	
5	Tricladida	Planariidae	2	7	
6	Trichóptero	Leptoceridae	3	8	3
7	Ephemeroptero	Baetidae	2	7	2
8	Hemiptera	Naucoridae	8	7	
9	Ephemeroptero	Leptohyphidae	19	7	19
10	Odonata	Coenagrionidae	1	7	
11	Trichóptero	Hydropsychidae	16	7	16
12	Odonata	Libellulidae	9	6	
13	Coleóptera	Elmidae	2	6	
14	Mesogatropoda	Bithyniidae	1	3	
15	Tricladida	Tubificidae	2	2	
16	Decápoda	Pseudothelphusidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					40
VALOR TOTAL			115	103	34,78
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

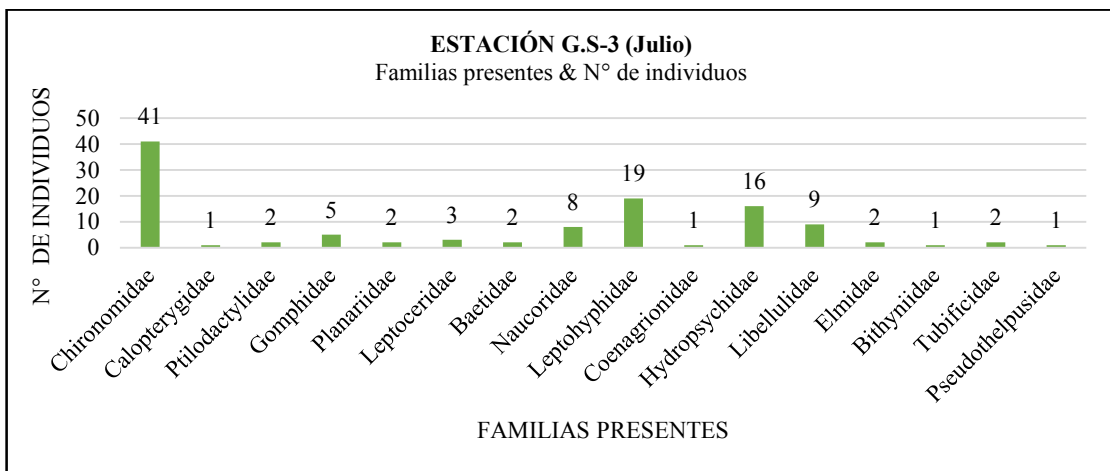


Grafico 21-3: Abundancia de familias en la estación G.S-3 en el mes de julio

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Al valorar el índice BMWP/Col, las familias *Ptilodactylidae*, *Gomphidae*, *Leptoceridae* y *Pseudothelpusidae* de puntajes altos, atribuyeron un valor de calidad alto a este índice; Mientras en la valoración del índice EPT, la abundancia de especímenes registra un total de 40 individuos, concentrando 21 especímenes en el orden Ephemeroptero (2 *Baetidae* y 19 *Leptohephyidae*) y 19 especímenes del orden Trichóptero (3 *Leptoceridae* y 16 *Hydropsychidae* (Tabla 3-26).

De los especímenes recolectados en este mes, se presentaron 16 familias con un total de 115 individuos (Grafico 21-3).

Tabla 27-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de marzo.

ESTACIÓN G.S-4					
25-Marzo-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	1	9	1
2	Diptera	Chironomidae	5	2	
3	Odonata	Calopterygidae	1	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	3	10	
5	Odonata	Gomphidae	2	10	
6	Trichóptero	Calamoceratidae	1	10	1
7	Tricladida	Planariidae	1	7	
8	Trichóptero	Leptoceridae	1	8	1
9	Ephemeroptero	Baetidae	1	7	1
10	Hemiptera	Naucoridae	1	7	
11	Diptera	Ceratopogonidae	1	3	
12	Odonata	Coenagrionidae	1	7	
13	Trichóptero	Hydropsychidae	3	7	3
14	Trichóptero	Philopotamidae	1	9	1
15	Trichóptero	Hydrobiosidae	1	9	1
16	Trichóptero	Polycentropodidae	1	9	1
17	Odonata	Libellulidae	2	6	
18	Diptera	Tipulidae	1	6	
19	Mesogatropoda	Bithyniidae	2	3	
20	Decápoda	Pseudothelpusidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					10
VALOR TOTAL			31	144	32,26
CALIDAD				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

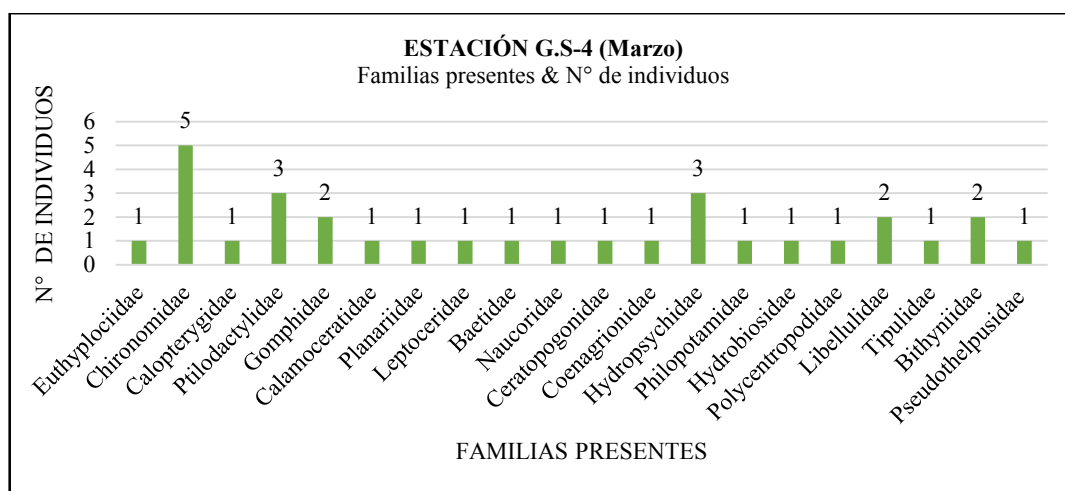


Grafico 22-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de marzo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Las familias con mejor puntaje presentes en la valoración del índice BMWP/Col fueron las *Ptilodactylidae*, *Gomphidae* y *Calamoceratidae*, mientras tanto, también se presentaron familias de bajos puntajes como: *Chironomidae*, *Ceratopogonidae* y *Bithyniidae*; Mientras tanto, el índice EPT registra una abundancia de 10 individuos, de los cuales el orden Ephemeroptera registra 2 individuos (1 *Euthyplociidae* y 1 *Baetidae*) y el orden Trichóptero 8 individuos (1 *Calamoceratidae*, 1 *Leptoceridae*, 3 *Hydropsychidae*, 1 *Philopotamidae*, 1 *Hydrobiosidae* y 1 *Polycentropodidae*) (Tabla 27-3). Los individuos colectados en el mes de marzo, registraron un total de 20 familias con una abundancia de 31 especímenes (Grafico 22-3).

Tabla 28-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de mayo.

ESTACIÓN G.S-4					
13-Mayo-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Díptera	Chironomidae	6	2	
2	Coleóptera	Ptilodactylidae	2	10	
3	Odonata	Gomphidae	2	10	
4	Ephemeroptero	Baetidae	2	7	2
5	Hemiptera	Naucoridae	2	7	
6	Ephemeroptero	Leptohyphidae	2	9	2
7	Trichóptero	Hydropsychidae	2	7	2
8	Trichóptero	Philopotamidae	3	9	3
9	Trichóptero	Hidrobiosidae	1	9	1
10	Odonata	Libellulidae	3	6	
11	Díptera	Tipulidae	3	3	
12	Coleóptera	Elmidae	1	6	
13	Díptera	Simuliidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					10
VALOR TOTAL			30	93	33,33
CALIDAD DEL AGUA				ACEPTABLE	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

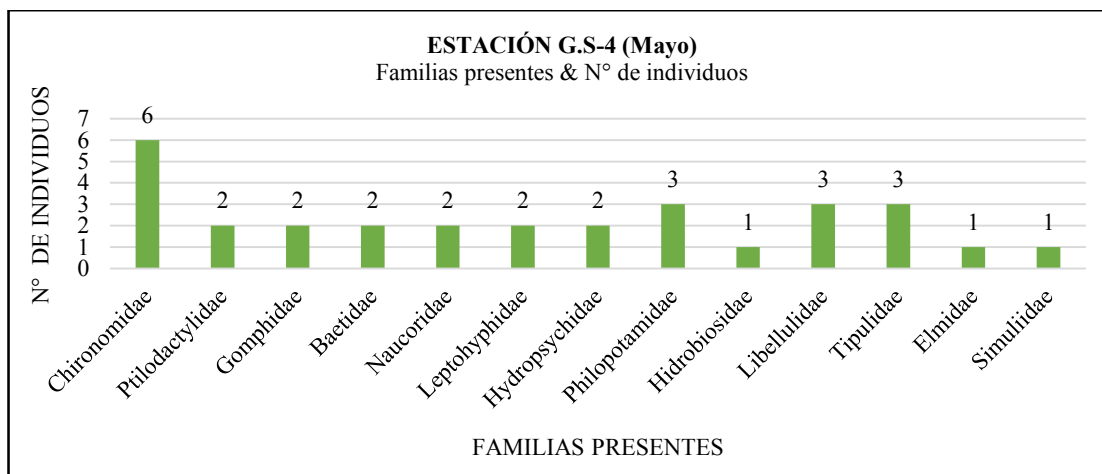


Grafico 23-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de mayo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la determinación del índice BMWP/Col se pudieron evidenciar familias con altos puntaje como: *Ptilodactylidae* y *Gomphidae*, por el contrario, también se registraron familias con puntajes bajos como son *Chironomidae* y *Tipulidae*; Así mismo, para el cálculo del índice EPT la abundancia es total es de 10 individuos, 4 del orden Ephemeroptero (2 *Leptohyphidae* y 2 *Baetidae*) y 6 del orden Trichóptero (2 *Hydropsychidae*, 3 *Philopotamidae* y 1 *Hydrobiosidae*) (Tabla 28-3).

En el muestreo desarrollado en mes de mayo, se recolectaron 13 familias, las cuales registran una abundancia de 30 individuos (Grafico 23- 3)

Tabla 29-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de junio.

ESTACIÓN G.S-4					
18-Junio-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Diptera	Chironomidae	2	2	
2	Coleóptera	Ptilodactylidae	6	10	
3	Trichóptero	Calamoceratidae	2	7	2
4	Tricladida	Planariidae	2	7	
5	Trichóptero	Leptoceridae	2	8	2
6	Ephemeroptero	Baetidae	5	7	5
7	Hemiptera	Naucoridae	8	7	
8	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	5	9	5
9	Trichóptero	Hydropsychidae	7	7	7
10	Trichóptero	Philopotamidae	1	9	1
11	Trichóptero	Hydrobiosidae	1	9	1
12	Trichóptero	Polycentropodidae	1	9	1
13	Odonata	Libellulidae	9	6	
14	Diptera	Tipulidae	1	3	
15	Coleóptera	Elmidae	2	6	
16	Diptera	Simuliidae	3	8	
17	Mesogatropoda	Bithyniidae	1	3	

18	Coleóptera	Scirtidae	1	7	
19	Coleóptera	Dyticidae	1	9	
ABUNDANCIA EPT					24
VALOR TOTAL			60	133	40
CALIDAD DEL AGUA				ACEPTABLE	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

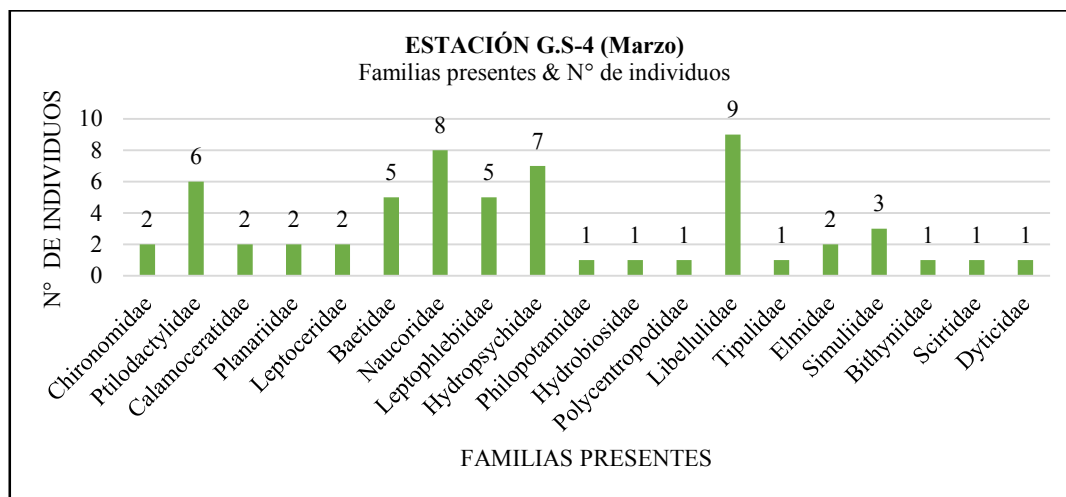


Grafico 24-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de junio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

De la valoración del índice BMWP/Col, la familia *Ptilodactylidae* se registró con mayor puntuación, mientras que las familias con menor puntuación fueron *Chironomidae*, *Tipulidae* y *Bithyniidae*; Mientras que la valoración del índice EPT se efectuó con la abundancia de 14 individuos del orden Trichóptero (2 *Calamoceratidae*, 2 *Leptoceridae*, 7 *Hydropsychidae*, 1 *Philopotamidae*, 1 *Hydrobiosidae*, y 1 *Polycentropodidae*) y 10 del orden Ephemeroptero (5 *Baetidae* y 5 *Baetidae*), concentrando una abundancia total de 24 individuos (Tabla 29-3).

Durante el muestreo en el mes de junio se recolectaron 17 familias con una abundancia de 60 ejemplares bentónicos (Grafico 24-3).

Tabla 30-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4 en el mes de julio.

ESTACIÓN G.S-4					
24-Julio-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	1	9	1
2	Diptera	Chironomidae	15	2	
3	Odonata	Calopterygidae	1	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	15	10	
5	Tricladida	Planariidae	3	7	
6	Hemiptera	Naucoridae	5	7	
7	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	3	9	3
8	Ephemeroptero	Leptohyphidae	13	7	13

9	Odonata	Coenagrionidae	1	7	
10	Trichóptero	Hydropsychidae	31	7	31
11	Odonata	Libellulidae	5	6	
12	Odonata	Corydalidae	1	6	
13	Coleóptera	Elmidae	4	6	
14	Odonata	Megapodagrionidae	6	7	
15	Diptera	Simuliidae	4	8	
16	Mesogatropoda	Bithyniidae	1	3	
17	Coleóptera	Scirtidae	1	7	
18	Acari	Lymnessiidae	2	10	
ABUNDANCIA EPT					48
VALOR TOTAL			112	125	42,86
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

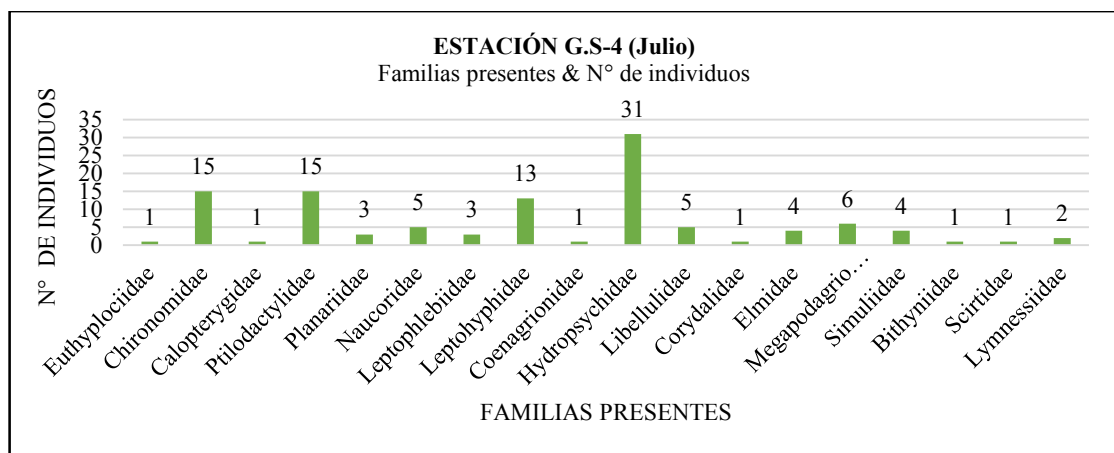


Grafico 25-3: Abundancia de familias en la estación G.S-4 en el mes de julio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Mediante el método BMWP/Col, se encontraron solo 2 familias con puntuación más alta, siendo estas, *Ptilodactylidae* y *Lymnessiidae*, a su vez, las familias *Chironomidae* y *Bithynidae* contienen los puntajes más bajos; Por otra parte, para la valoración del índice EPT, se reportó una abundancia total de 48 individuos, de las cuales, 17 pertenecen al orden Ephemeroptero (1 *Euthyplociidae*, 3 *Leptophlebiidae* y 13 *Leptohyphidae*) y 31 individuos del orden Trichóptero (Tabla 30-3).

En este último mes de muestreo se presenció un aumento significativo de abundancia, alcanzando un total de 112 individuos, distribuidas en 18 familias (Grafico 25-3).

- Estación G.S-5

Tabla 31-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de marzo.

ESTACIÓN G.S-5					
25-Marzo-2018					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	26	9	26
2	Díptera	Chironomidae	15	2	
3	Odonata	Calopterygidae	9	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	10	10	
5	Odonata	Gomphidae	6	10	
6	Trichóptero	Calamoceratidae	4	10	4
7	Tricladida	Planariidae	3	7	
8	Trichóptero	Leptoceridae	19	8	19
9	Ephemeroptero	Baetidae	3	7	3
10	Hemiptera	Naucoridae	4	7	
11	Díptera	Ceratopogonidae	2	3	
12	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	1	9	1
13	Ephemeroptero	Leptohyphidae	1	7	1
14	Decápoda	Palaemonidae	4	8	
15	Unionida	Sphaeridae: Concha	2	4	
16	Trichóptero	Hydroptilidae	3	7	3
ABUNDANCIA EPT					57
VALOR TOTAL			112	115	50,89
CALIDAD				BUENA	BUENO

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

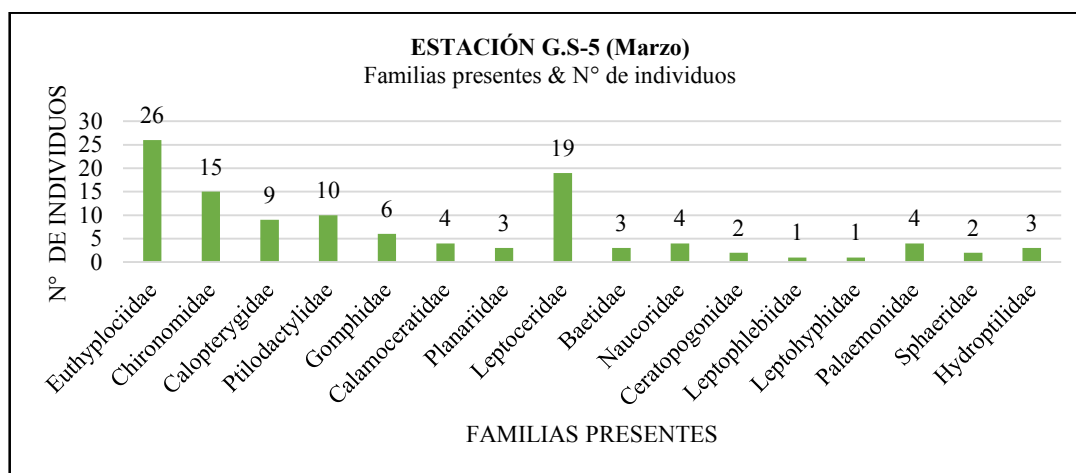


Grafico 26-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de marzo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Por el método BMWP/Col, los altos puntajes se identificaron a las familias *Ptilodactylidae*, *Gomphidae* y *Calamoceratidae*, muestras que las familias *Chironomidae* y *Ceratopogonidae* reportan los puntajes más bajos; Sin embargo, el valor del índice EPT aumenta en calidad, con una de abundancia total de 57 individuos, 31 del orden Ephemeroptero (26 *Euthyplociidae*, 3 *Baetidae*, 1 *Leptophlebiidae* y 1 *Leptohyphidae*) y 26 del orden Trichóptero (4 *Calamoceratidae*,

19 *Leptoceridae*, y 3 *Hydroptilidae*) (Tabla 31-3). En el primer periodo de muestre se recolectaron 16 familias con una abundancia de 112 macroinvertebrados (Grafico 26-3).

Tabla 32-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de mayo.

ESTACIÓN G.S-5 (13-Mayo-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptera	Euthyplociidae	6	9	6
2	Diptera	Chironomidae	1	2	
3	Odonata	Gomphidae	2	10	
4	Trichoptero	Calamoceratidae	5	10	5
5	Tricladida,	Planariidae	2	7	
6	Ephemeroptera	Leptohyphidae	3	7	3
7	Decápoda	Palaemonidae	1	8	
8	Trichoptero	Hydropsychidae	14	7	14
9	Trichoptero	Philopotamidae	1	9	1
10	Odonata	Libellulidae	7	6	
11	Neuróptera	Corydalidae	1	6	
12	Coleóptera	Elmidae	1	6	
13	Odonata	Megapodagrionidae	6	6	
14	Diptera	Simuliidae	1	8	
15	Decápoda	Pseudothelphusidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					29
VALOR TOTAL			52	109	55,7
CALIDAD DEL AGUA				BUENA	BUENA

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

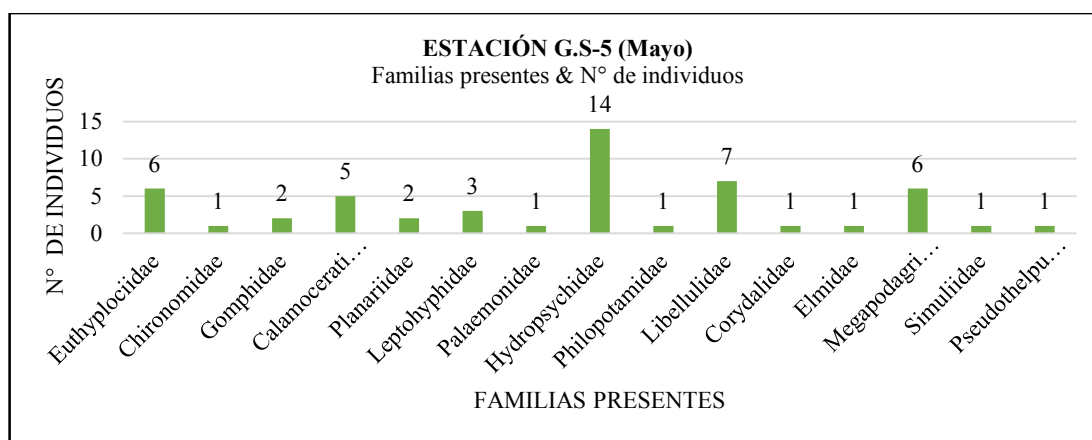


Grafico 27-3 Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de mayo.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

En la evaluación del índice BMWP/Col, los máximos puntajes representa la familia *Gomphidae* y *Calamoceratidae*; en tanto, la familia la registra la familia *Chironomidae*; Por otro lado, el índice EPT se valoró con la abundancia 20 individuos del orden Trichoptero (5 *Calamoceratidae*, 14 *Hydropsychidae*, y 1 *Philopotamidae*) y 9 individuos del orden Ephemeroptero (6 *Euthyplociidae* y 3 *Leptohyphidae*), presentando una abundancia total de 29 individuos (Tabla 32-3). Durante el segundo muestreo, en el mes de mayo se reportaron 15 familias con una abundancia de 52 individuos (Grafico 27-3).

Tabla 33-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de junio.

ESTACIÓN G.S-5 (18-Junio-2018)					
N°	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Ephemeroptero	Euthyplociidae	12	9	12
2	Diptera	Chironomidae	3	2	
3	Odonata	Calopterygidae	1	7	
4	Coleóptera	Ptilodactylidae	24	10	
5	Odonata	Gomphidae	2	10	
6	Trichóptero	Calamoceratidae	7	10	7
7	Trichóptero	Leptoceridae	10	8	10
8	Ephemeroptero	Baetidae	5	7	5
9	Hemiptera	Naucoridae	4	7	
10	Diptera	Ceratopogonidae	2	3	
11	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	26	9	26
12	Ephemeroptero	Leptohiphidae	2	7	2
13	Decápoda	Palaemonidae	1	8	
14	Trichóptero	Hydroptilidae	1	7	1
15	Odonata	Coenagrionidae	17	7	
16	Trichóptero	Hydropsychidae	6	7	6
17	Odonata	Libellulidae	6	6	
18	Odonata	Corydalidae	1	6	
19	Coleóptera	Elmidae	7	6	
20	Odonata	Megapodagrionidae	4	6	
21	Trichóptero	Odontoceridae	1	10	1
22	Mesogatropoda	Bithyniidae	1	3	
23	Decápoda	Pseudothelpusidae	1	8	
ABUNDANCIA EPT					70
VALOR TOTAL			144	163	48,61
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

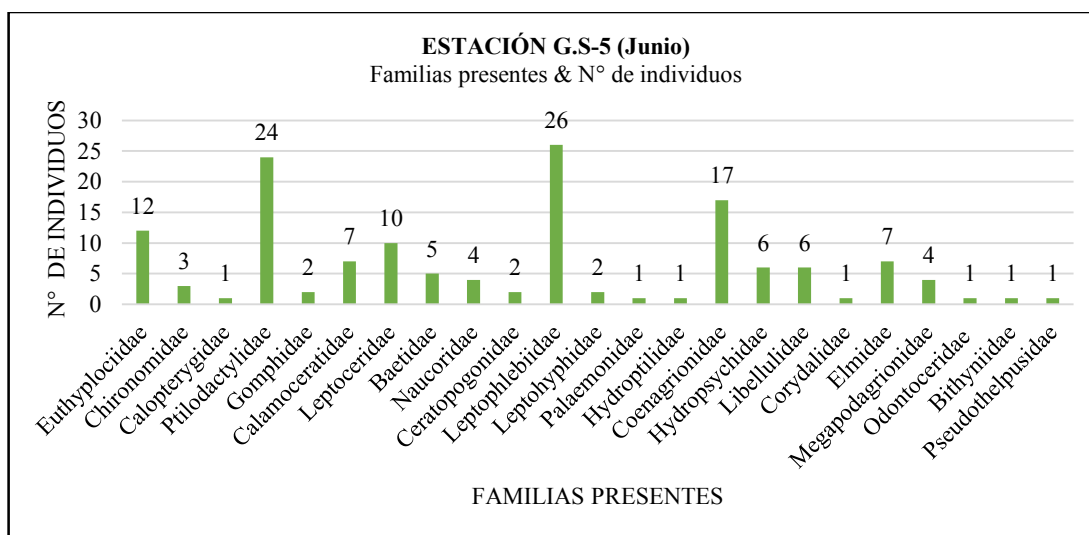


Grafico 28-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de junio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

En la determinación del índice BMWP/Col se reportaron varias familias con puntajes altos, como son *Ptilodactylidae*, *Gomphidae*, *Calamoceratidae* y *Odontoceridae*; en tanto las familias con bajos puntajes son: *Chironomidae*, *Ceratopogonidae* y *Bithyniidae*; Sin embargo, la valoración del índice EPT, se realizó con la abundancia de 47 especímenes del orden Ephemeroptero (12

Euthyplociidae, 5 *Baetidae*, 26 *Leptophlebiidae* y 2 *Leptohiphidae*) y 24 especímenes del orden Trichóptero (7 *Calamoceratidae*, 10 *Leptoceridae*, 1 *Hydroptilidae*, 6 *Hydropsychidae* y 1 *Odontoceridae*), presentando una abundancia total de 70 individuos (Tabla 33-3). En el mes de junio, se capturo un total de 23 familias de las cuales se reportó una abundancia de 114 especímenes (Grafico 28-3).

Tabla 34-3: Valoración del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-5 en el mes de julio.

ESTACIÓN G.S-5					
24-julio-2018					
Nº	Orden	Familia	Abundancia	BMWP/Col	EPT
1	Diptera	Chironomidae	13	2	
2	Odonata	Calopterygidae	1	7	
3	Coleóptera	Ptilodactylidae	27	10	
4	Tricladida	Planariidae	5	7	
5	Trichóptero	Leptoceridae	1	8	1
6	Hemiptera	Naucoridae	2	7	
7	Ephemeroptero	Leptophlebiidae	4	9	4
8	Ephemeroptero	Leptohiphidae	15	7	15
9	Decápoda	Palaemonidae	1	8	
10	Trichóptero	Hydropsychidae	8	7	8
11	Trichóptero	Philopotamidae	4	9	4
12	Odonata	Libellulidae	2	6	
13	Diptera	Tipulidae	2	3	
14	Odonata	Corydalidae	3	6	
15	Coleóptera	Psephenidae	2	10	
16	Coleóptera	Elmidae	1	6	
17	Odonata	Megapodagrionidae	15	7	
18	Diptera	Simuliidae	7	8	
ABUNDANCIA EPT					32
VALOR TOTAL			113	127,00	28,32
CALIDAD DEL AGUA				BUENO	REGULAR

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

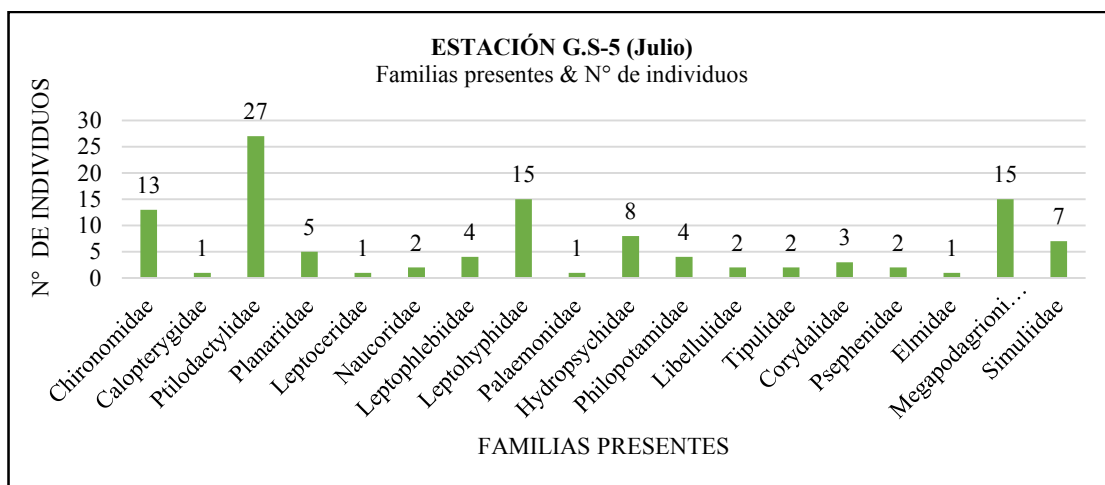


Grafico 29-3: Abundancia de familias en la estación G.S-5 en el mes de julio.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019.

Al calcular el índice BMWP/Col, las mayores puntuaciones corresponde a las familias *Ptilodactylidae* y *Psephenidae*; mientras que las familias *Chironomidae* y *Tipulidae* registran la puntuación más baja; Por otra parte, el índice EPT reporta una abundancia total de 32 individuos, en donde el orden Ephemeroptero presenta 19 individuos (4 *Leptophlebiidae* y 15 *Leptohyphidae*) y 13 individuos del orden Trichóptero (1 *Leptoceridae*, 8 *Hydropsychidae* y 4 *Philopotamidae*) (Tabla 34-3).

En el última muestreo desarrollado en el mes de julio, se registraron 18 familias con una abundancia total de 113 individuos bentónicos (Gráfico 29-3).

Tabla 35-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1 durante el periodo de muestreo.

Estación G.S-1							
Meses de muestreo	Abundancia	BMWP/Col	EPT	Clase		Calidad	
				BMWP/Col	EPT	BMWP/Col	EPT
Marzo	83	122,00	33,73	I	III	Buena	Regular
Mayo	118	145,00	33,90	I	III	Buena	Regular
Junio	276	178,00	34,42	I	III	Buena	Regular
Julio	237	148,00	36,71	I	III	Buena	Regular
Total	714	148,25	34,69	I	III	Buena	Regular

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la estación G.S-1, la abundancia total es de 714, registrando el valor máximo de 276 individuos en el mes de junio y el valor mínimo de 83 individuos en el mes de marzo. Los macroinvertebrados más representativos en esta estación pertenecen a las familias *Ptilodactylidae*, *Hydropsychidae*, *Psephenidae*, *Gomphidae* y *Naucoridae*. Por otro lado, la abundancia del orden EPT es de 250 individuos, de los cuales, 166 pertenecen al orden Trichóptero y 84 al orden Ephemeroptero (Tabla 35-3).

Los resultados del índice BMWP/Col, tanto mensual como promedio, presentan valores mayores a 100, encontrándose dentro del rango de la clase I de calidad BUENA, sin embargo, el índice EPT registra resultados dentro del rango de la clase III, de calidad REGULAR durante todo el periodo de estudio (Tabla 35-3).

Como se puede observar, en esta estación se presenta una mayor abundancia y exclusividad de familias indicadoras de buena calidad, esto puede estar relacionado a la variedad de sustrato vegetal (hojas, ramas, troncos y raíces expuestas) y a las diferentes formaciones del lecho del río como piedras, gravas y limo, lo que representa un hábitat adecuado para el desarrollo de una gran diversidad de fauna béntica. Según Burdet y Watts en (citado en Meza S et al., 2012, p. 9), los sustratos

dominados con hojarasca brindan una mayor disponibilidad de recursos, por lo que además de presentar una alta riqueza de especies permiten sostener una mayor densidad de organismos.

Por otra parte, la abundancia EPT representa el 35%, frente a la abundancia total, siendo poco significativa en referencia a las demás órdenes. La baja calidad de este índice en esta estación, está relacionado a la mayor abundancia de las familias que no pertenecen a la orden EPT, sin embargo, son indicadoras de buena calidad según el índice BMWP/Col.

Tabla 36-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-2, durante el periodo de muestreo.

Estación G.S-2							
Meses de muestreo	Abundancia	BMWP/Col	EPT	Clase		Calidad	
				BMWP/Col	EPT	BMWP/Col	EPT
Marzo	16	67,00	43,75	II	III	Aceptable	Regular
Mayo	48	102,00	56,25	II	II	Buena	Buena
Junio	89	115,00	73,03	I	II	Buena	Buena
Julio	110	138,00	45,45	I	III	Bueno	Regular
Total	263	105,00	54,62	I	II	Bueno	Buena

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la estación G.S-2, la abundancia total es de 263 individuos, registrando la máxima abundancia, de 110 individuos en el mes de Julio y una mínima de 16 individuos en el mes de marzo. Se encuentra representada por las familias *Chironomidae* e *Hydropsychidae*. En cuanto a los taxones del orden ETP, en esta estación la abundancia disminuye a 149 individuos, 93 del orden Ephemeroptero y 56 del orden Trichoptero.

En referencia al índice BMWP/Col, el resultado promedio se presentan dentro del rango de calidad BUENA, sin embargo, en el mes de marzo los resultados se encuentran dentro del rango de calidad ACEPTABLES, mientras que, en los meses de mayo, junio y julio los resultados se presentan en el rango de calidad BUENA ; Sin embargo, para al índice EPT, se presentó un valor promedio dentro de la clase II, correspondiente a una calidad BUENA, existiendo una variabilidad temporal notable, en donde los resultados en los meses de marzo y julio se encuentra en la clase III de calidad REGULAR, mientras que en los meses de mayo y junio el resultando aumenta, encontrándose en el rango de calidad BUENA (Tabla 36-3).

Respecto a la abundancia de las familias de macroinvertebrados en esta estación, se encuentran la familia *Chironomidae* e *Hydropsychidae*, esto se debe posiblemente a que están ampliamente distribuidas en todo tipo de corrientes de agua (Hahn VonHessberg et al., 2009, p. 9). La abundancia significativa de la familia *Chironomidae* en esta estación, puede estar relacionado a la capacidad que tienen estos individuos para adaptarse a diferentes tipos de hábitats y tolerar altas

concentraciones de carga orgánica, siendo favorable su proliferación respecto a otros macroinvertebrados (Forero Céspedes et al., 2013, p. 11), por otra parte, la familia *Hydropsychidae* tolera bajos niveles de contaminación.

Durante los muestreos en esta estación se pudo identificar algunos sitios con descargas puntuales de desechos y otros sitios limpios, esto permite que se distribución de familias tanto tolerantes como sensibles a la contaminación.

Tabla 37-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-3, durante el periodo de muestreo.

Estación G.S-3							
Meses de muestreo	Abundancia	BMWP/Col	EPT	Clase		Calidad	
				BMWP/Col	EPT	BMWP/Col	EPT
Marzo	30	57,00	23,33	III	IV	Dudosa	Mala
Mayo	44	83,00	22,73	II	IV	Aceptable	Mala
Junio	73	92,00	42,47	II	III	Aceptable	Regular
Julio	115	103,00	34,78	I	III	Bueno	Regular
Total	262	83,75	30,83	II	III	Aceptable	Regular

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la estación G.S-3, la abundancia promedio es de 262 individuos, en donde se registra el valor máximo de 115 individuos en el mes de julio y un valor mínimo de 30 individuos en el mes de marzo. Las familias más abundantes son: *Chironomidae* e *Hydropsychidae*. En relación al orden EPT, la mayor abundancia se concentró en el orden Ephemeroptero con 52 individuos y 36 del orden Trichóptero.

De acuerdo al índice BMWP/Col, el resultado promedio es de 83,73 el cual se incluye en el rango de la clase II de calidad ACEPTABLE; sin embargo, la calidad fluctúa notoriamente en cada mes, es así que en el mes de marzo se obtuvo un resultado de 57,00 encontrándose en el rango de calidad DUDOSA, seguidamente, en los dos meses posteriores los resultados se presentaron en el rango de calidad ACEPTABLE, y en el mes de julio el resultado alcanza el rango de la clase I, de calidad BUENA, no obstante, el índice EPT registra variables, presentando valores mínimos de 23,33 y 22,73 en el mes de marzo y junio respectivamente, los cuales se encuentra en el rango de la clase IV de calidad MALA; mientras que en los meses de junio y julio los resultados se presentan en el rango de la clase III, de calidad REGULAR (Tabla 37-3).

Al igual que en la estación anterior, las familias *Chironomidae* e *Hydropsychidae* son las más representativas, siendo más abundantes en esta estación, cabe mencionar que también se encontraron algunos ejemplares de la familia *Tubificidae* y *Tipulidae*, esto puede estar asociado

a la mayor presión antrópica que existe en esta estación. Según Zuñiga 1985 en (Hahn VonHessberg et al., 2009, p. 11) la familia *Chironomidae* está asociada a concentraciones altas de coliformes fecales, lo que corrobora con los valores altos de estos microorganismos según los resultados del análisis microbiológico realizados.

Tabla 38-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-4, durante el periodo de muestreo.

Estación G.S-4							
Meses de muestreo	Abundancia	BMWP/Col	EPT	Clase		Calidad	
				BMWP/Col	EPT	BMWP/Col	EPT
Marzo	31	144,00	32,26	I	III	Buena	Regular
Mayo	30	93,00	33,33	II	III	Aceptable	Regular
Junio	60	133,00	40,00	I	III	Buena	Regular
Julio	112	125,00	42,86	I	III	Buena	Regular
	233	123,75	37,11	I	III	Buena	Regular

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

La estación G.S-4, encontró un total de 233 individuos, de los cuales, en el mes presenta la menor abundancia, con 31 individuos e incrementa a 112 en el mes de julio. Las familias *Hydropsychidae* y *Chironomidae*, tuvieron mayor abundancia y presencia durante el periodo de estudio. Para el orden EPT se registra una mayor abundancia de familias del orden Trichóptero con 59 individuos, mientras que el orden Ephemeroptero presenta 32 individuos.

Los valores del índice BMWP/Col, no presenta fluctuaciones temporales notorias, siendo 123,75 el promedio en esta estación correspondiente a una calidad BUENA, en cuanto a los resultados mensuales que son superiores de 100 en los meses de marzo, junio y julio se encuentra en el rango de la clase I de BUENA calidad, mientras que en el mes de mayo el valor de 93,00 se presenta en el rango de la clase II de calidad ACEPTABLE. Entre tanto los resultados del índice EPT, mantienen valores que oscilan entre los 32,26 y 42,86, los cuales se encuentran dentro del rango de la clase III que representa una calidad REGULAR en los cuatro meses de muestreo (Tabla 38-3).

Con respecto a la representatividad de macroinvertebrados en esta estación, la familia *Hydropsychidae* presenta mayor abundancia a comparación de los *Chironomidae*, esto puede estar relacionado a la menor influencia de actividades antrópicas, por lo que es probable que aporte de desechos se produzca por el arrastre desde la estación anterior, también se puede considerar el mayor aporte de sustrato vegetal debido a la abundante vegetación que se asienta sobre las riberas.

La presencia de indicadores de buena calidad, está relacionada a la abundante vegetación en las riberas del cauce, las cuales proporciona hábitat y alimento para los macroinvertebrados y los altos valores del caudal en esta estación. Esto se puede tener mayor influencia debido al uso del agua como balneario y el aporte de aguas lluvia mediante cunetas los cuales pueden arrastrar material fecal depositado por animales domésticos.

Tabla 39-3: Resultados del índice BMWP/Col y EPT en la estación G.S-1, durante el periodo de muestreo.

Estación G.S-5							
Meses de muestreo	Abundancia	BMWP/Col	EPT	Clase		Calidad	
				BMWP/Col	EPT	BMWP/Col	EPT
Marzo	112	115,00	50,89	I	II	Buena	Buena
Mayo	52	109,00	55,7	I	II	Buena	Buena
Junio	144	163,00	48,61	I	III	Buena	Regular
Julio	113	127,00	28,32	I	III	Buena	Regular
	421	128,50	45,88	I	III	Buena	Regular

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

De acuerdo a los resultados obtenidos, la abundancia total en la estación G.S-5 es de 421 especímenes, registrando un valor alto de 144 en el mes de julio y un valor bajo de 52 en el mes de mayo. La mayor abundancia se representa por la familia *Ptilodactylidae* y *Euthyplociidae*, mientras tanto, en el orden EPT, la mayor abundancia se registra en el orden Ephemeroptero con 117 ejemplares, en tanto el orden Trichóptero presenta 72 ejemplares.

Según el índice BMWP/Col, tanto los resultados reportados mensualmente y promedio, presenta valores superiores a los 100, los cuales se encuentran dentro del rango de la clase I de calidad BUENA. No obstante, el índice EPT en el mes de marzo y junio se presentaron valores de calidad BUENO, mientras que en los meses de junio y julio presenta una calidad REGULAR (Tabla 39-3)

La mayor abundancia de las familias *Ptilodactylidae* y *Euthyplociidae* puede estar relacionada a la diversidad de hábitats y sustratos que existe en esta estación, lo que hace favorable el desarrollo y proliferación de estos macroinvertebrados. Comúnmente la familia *Ptilodactylidae* habitan cerca de remansos entre la vegetación sumergida y huecos de troncos (Roldan Perez et al., 1996, p. 39) a la vez su hábitat también requiere de altos niveles de Oxígeno disuelto (Roldan Perez et al., 1996, p. 124), mientras que la familia *Euthyplociidae* requieren aguas rápidas con fondos arenosos (Roldan Perez et al., 1996, p. 73)

3.6. Variación del caudal con los índices BMWP/Col, EPT, WQI e IHF.

A continuación se realizara un análisis entre los valores promedio del caudal como de los valores de calidad de los índices biológicos, fisicoquímicos y ecologicos, con el objetivo de verificar la influencia del caudal con los índices empleados para el desarrollo de este esquió.

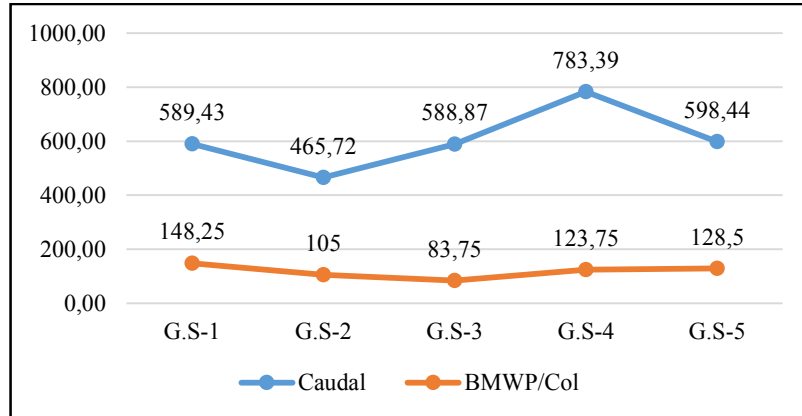


Grafico 30-3: Caudal vs BMWP/Col

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Como se puede observar en el grafico 30-3, el caudal más bajo se presenta en la estación G.S-2, sin embargo según el índice BMWP/Col la calidad del agua se encuentra en el rango de calidad bueno; por otra parte, en la estación G.S-3 la calidad del agua decrece al rango aceptable a la vez el caudal se encuentra entre los valores medio.

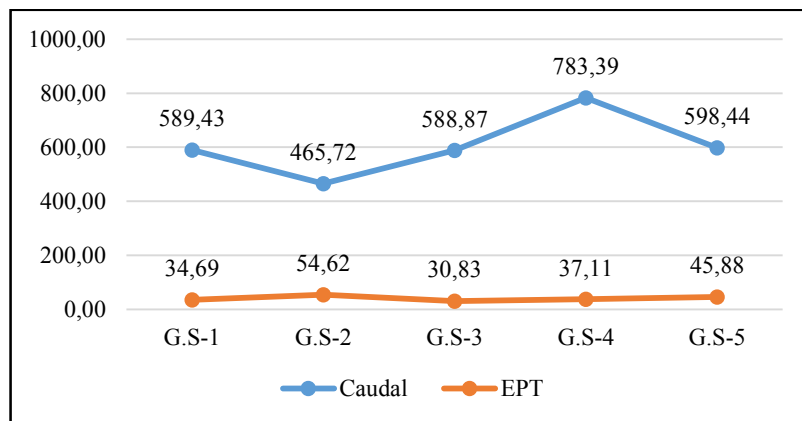


Grafico 31-3: Caudal vs EPT.

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En el grafico 31-3, se observa variadas tendencias entre el caudal y el índice EPT, pudiendo resaltar la estación G.S-2, en donde se presenta un menor caudal, sin embargo incrementa la

calidad según el índice bilogico; mientras tanto las estaciones restantes se figuran en el rango de calidad regular.

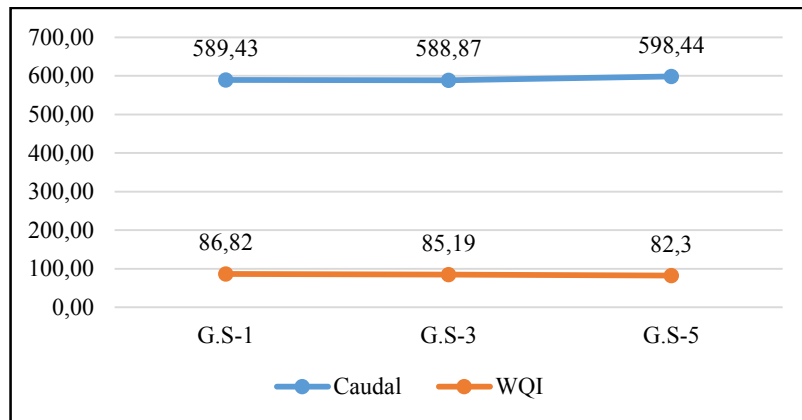


Grafico 32-3: Caudal vs WQI

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Según la tabla 32-3, se puede identificar una tendencia paralela entre el caudal y el índice WQI en las tres estaciones, en donde no se presentan variaciones notables.

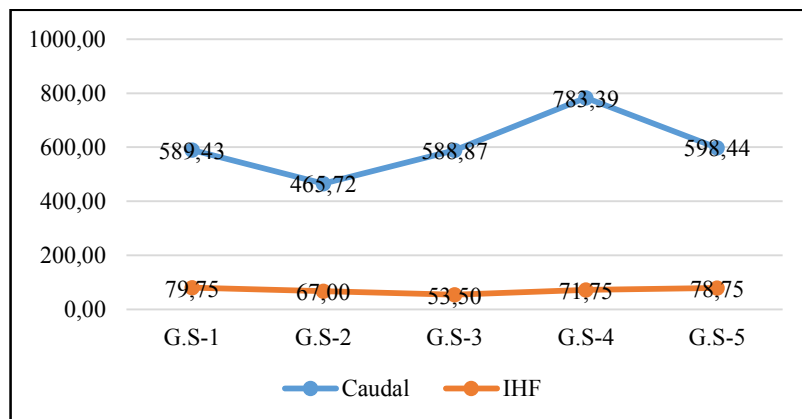


Grafico 33-3: Caudal vs IHF

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En el grafico 33-3, se identifica una tendencia decreciente en la calidad según el índice IHF en las estaciones G.S-2 y G,S-3, en tanto el caudal en estas dos estaciones se encuentra en el valor mínimo y valor medio respectivamente para cada estación.

3.7. Comparación de los índices biológicos BMWP/Col y EPT con los índices WQI de la NSF e índice IHF, en las estaciones G.S-1, G.S-3, G.S-5.

Según estudios realizados, la integración de los índices bióticos, fisicoquímicos y ecológicos en la determinación de la calidad del agua, permite evaluar el comportamiento y el estado del cuerpo hídrico Macro río Opio (Forero Céspedes et al., 2013, p. 17).

Tabla 40-3: Comparación de los índices biológicos BMWP/Col y EPT con el índice WQI e IHF

ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE ÍNDICES EN LAS ESTACIONES G.S-1, G.S-3, G.S-5				
Estación de muestreo	BMWP/Col	EPT	WQI	IHF
G.S-1	BUENA 148,25	REGULAR 34,69	BUENA 86,39	OPTIMA 79,75
G.S-3	ACEPTABLE 83,75	REGULAR 30,83	BUENA 85,19	REGULAR 53,50
G.S-5	BUENA 128,50	REGULAR 45,88	BUENA 82,30	OPTIMA 78,75

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

En la tabla 40-3 se puede observar que los valores de índice BMWP/Col y EPT en las estaciones G.S-1 y G.S-5 se presentan en el mismo rango de calidad, mientras que en la estación G.S-3 disminuye para el primer índice y se mantiene en el segundo, esto puede estar relacionado a que el índice BMWP/Col considera datos cualitativos (presencia y ausencia) de varias familias de macroinvertebrados (Roldán Pérez^c, 2003, p. 29), mientras que el índice EPT evalúa datos cuantitativos de las ordenes Ephemeroptero, Plecópteros y Trichópteros los cuales son altamente sensibles a la contaminación (Alomía et al., 2017, p. 6), por lo que se considera un método muy estricto.

En cuanto al índice WQI, en las tres estaciones no presenta variaciones, encontrándose en el rango de calidad buena pese a existir mayor actividad de la población en la estación G.S-3, esto hace referencia a que los índices fisicoquímicos reflejan únicamente condiciones puntuales del día en que se recolecta la muestra, mientras que los índices biológicos son indicadores de impactos causados al medio acuático tanto momentáneos como a lo largo del tiempo (Forero Céspedes et al., 2013, p. 372).

En cuanto al índice ecológico IHF indica que la calidad del agua es buena en las estaciones G.S-1 y G.S-5, sin embargo disminuye en la estación G.S-3 debido a la mayor influencia de actividad antrópica. Algunos estudios consideran de gran importancia la alteración del hábitat sobre las comunidades de macroinvertebrados, ya que la disminución del valor del IHF simultáneamente reduce la calidad biológica (Armengol, 2002, p. 123).

3.8. Análisis estadístico de los índices biológicos con el índice fisicoquímico y ecológico.

Para la comparación de estos índices se empleó el análisis de varianza (ANOVA) de manera que permita conocer si los valores de las medias de cada una de los índices son significativamente diferentes.

Hipótesis

H₀: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$

H_a: al menos una es diferente

Tabla 41-3: Análisis de varianza (ANOVA) de los índices empleado en el estudio.

Variables	Estaciones de muestreo						Prob.	E.E.
	G.S-1		G.S-3		G.S-5			
BMWP/Col	148,25	a	83,75	b	128,50	a	0,02	6,40
EPT	34,69	a	30,83	a	45,88	a	0,77	5,00
WQI	86,82	a	85,19	a	82,93	a	0,84	1,89
IHF	79,75	a	53,50	b	78,75	a	0,04	0,57

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

Como se puede observar en la tabla 41-3, según el valor de significancia de cada índice se puede observar que existen diferencias significativas.

Según los índice BMWP/Col e IHF las estaciones G.S-1 y G.S-5 no presentan diferencias significativas, sin embargo las estación G.S-3 muestra diferencias significativas entre las dos estaciones anteriores.

En cuanto a los índices EPT Y WQI la tres estaciones comparten característica similares en cada índice.

Se puede observar un comportamiento similar entre los índices BMWP/Col e IHF en las tres estaciones, es así que a medida que las estaciones presentan mayor perturbación antrópica disminuye significativamente la calidad en estos dos índices.

3.9. Resumen de resultados en base a los objetivos planteados en este trabajo

Tabla 41-3: Resumen de resultados según los objetivos planteados del estudio de la calidad del agua de la microcuenca del río Guanganza Chico

Objetivos	Estaciones de monitoreo	Marzo	Mayo	Junio	Julio	Valor Promedio	Nivel de calidad
Valoración del índice IHF	G.S-1	79,00	81,00	79,00	80,00	79,75	OPTIMA
	G.S-2	65,00	69,00	69,00	65,00	67,00	BUENA
	G.S-3	52,00	54,00	54,00	54,00	53,50	BUENA
	G.S-4	72,00	72,00	72,00	71,00	71,75	OPTIMA
	G.S-5	75,00	80,00	80,00	80,00	78,75	OPTIMA
Evaluación del índice WQI	G.S-1	86,88	85,51	86,40	88,48	86,39	BUENA
	G.S-3	82,68	85,57	88,24	84,26	85,19	BUENA
	G.S-5	84,81	88,59	76,62	81,69	82,30	BUENA
Valoración del índice BMWP/Col	G.S-1	122,00	145,00	178,00	148,00	148,25	BUENA
	G.S-2	67,00	102,00	115,00	138,00	105,00	BUENA
	G.S-3	57,00	83,00	92,00	103,00	83,75	ACEPTABLE
	G.S-4	144,00	93,00	133,00	125,00	123,75	BUENA
	G.S-5	115,00	109,00	163,00	127,00	128,50	BUENA
Valoración del índice EPT	G.S-1	33,73	33,90	34,42	36,71	34,69	REGULAR
	G.S-2	43,75	56,25	73,03	45,45	54,62	BUENA
	G.S-3	23,33	22,73	42,47	34,78	30,83	REGULAR
	G.S-4	32,26	33,33	40,00	42,86	37,11	REGULAR
	G.S-5	50,89	55,70	48,61	28,32	45,88	REGULAR
Medición del CAUDAL	G.S-1	496,99	807,69	673,86	379,19	Valores promedio	
	G.S-2	347,23	735,86	550,97	228,81	589,43	
	G.S-3	601,49	842,59	560,63	350,76	465,72	
	G.S-4	696,56	977,07	857,65	602,29	588,87	
	G.S-5	482,52	827,11	584	500,14	783,39	
Análisis comparativo entre índice	Estaciones de muestreo	BMWP/Col	EPT	WQI	IHF	Resultados del análisis de la ANOVA	
	G.S-1	148,25	34,69	86,39	79,75	Entre los índices biológicos y el WQI existe una relación poco significativa, mientras que con el IHF presenta una alta significancia.	
	G.S-3	83,75	30,83	85,19	53,50		
	G.S-5	128,50	45,88	82,30	78,75		

Realizado por: Mónica Lozano, 2019

CONCLUSIONES

- En la evaluación del Índice de Hábitat Fluvial, las cinco estaciones de muestreo reportaron los siguientes valores de calidad: G.S-1 = OPTIMO, G.S-2 = REGULAR, G.S-3 = REGULAR, G.S-4 = OPTIMO Y G.S-5 = OPTIMO, donde se observa la reducción significativa de la diversidad de hábitats en las estaciones G.S-2 y G.S-3, como resultado de las perturbaciones ocasionadas por actividades antrópicas en el cauce del río y sobre las riberas.
- Mediante la valoración del índice WQI de la NSF en las estaciones G.S-1, G.S-3 y G.S-5 los resultados promedio presentan un agua de BUENA calidad, presentando variaciones temporales poco notorias durante todo el periodo de monitoreo, siendo los coliformes fecales y el pH los parámetro determinantes en esta variación.
- Del análisis fisicoquímicos de los parámetros cambio de temperatura, oxígeno disuelto y pH en las estaciones G.S-2 y G.S-4, los valores obtenidos se encuentran dentro de los límites permisibles de la tabla 3 en el anexo 1 del TULSMA, referente a los criterios de calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario, mientras que los parámetros sólidos totales y turbidez no se establecen en esta tabla.
- Del estudio realizado sobre la calidad del agua empleando los índices biológicos BMWP/Col y EPT, se obtuvieron valores promedio relativamente particulares en cada estación, es así, que en las estaciones G.S-1, G.S-4 y G.S-5 la calidad es BUENA y REGULAR, la estación G.S-2 BUENA y BUENA, la estación ACEPTABLE Y REGULAR respectivamente, la variabilidad entre cada índice puede estar relacionada a la metodología empleada en la valoración, es así que el índice BMWP/Col analiza datos cualitativos (presencia y ausencia), mientras el índice EPT analiza datos cuantitativos (abundancia).
- Durante el periodo de estudio, se identificaron un total de 1899 macroinvertebrados bentónicos, siendo los más representativos las siguientes familias: *Ptilodactylidae* con un total de 282 (14,85%), *Hydropsychidae* con 272 (14,32%), *Chironomidae* con 203 (10,69%), *Leptohyphidae* con 168 (8,85%), *Libellulidae* con 113 (5,95%), *Naucoridae* con 108 (5,69%) y *Leptophlebiidae* con 102 (5,37%).

- De la comparación realizada mediante el análisis de varianza (ADEVA) entre los índices biológicos (BMWP/Col y EPT) con el índice WQI, se pudo observar una relación poco significativa en todas las estaciones, esto puede estar relacionado dado a que los índices biológicos reflejan las condiciones del agua durante y anteriores a la toma de muestra, mientras que el índice fisicoquímico únicamente del día que se tomó la muestra; por otro lado, entre el índice IHF y a los índices biológicos, se presentó una relación significativa, como resultado de la dependencia del buen estado de la calidad del hábitat fluvial para el incremento de diferentes poblaciones de macroinvertebrados, lo cual favorece la calidad del agua mediante los índices biológicos.
- En cuanto a la variación del caudal con respecto a los índices biológicos, fisicoquímicos y ecológico, se pudo observar diferentes tendencias, tanto en la estación de muestreo como en los índices empleados, por lo que es necesario evaluar otras variables relacionadas a este parámetro como la geomorfología y la climatología local.

RECOMENDACIONES

- Adaptar y modificar el índice BMWP/Col y EPT a las condiciones locales, de manera que se obtengan datos más precisos, en estudios posteriores sobre la calidad del agua que poseen los cuerpos hídricos naturales.
- Realizar un estudio de toda la microcuenca del río Guanganza Chico, considerando la zona alta, media y baja, mediante la integración de los factores fisicoquímicos, biológicos y ecológicos, de manera que permitirá conocer los cambios sucesionales que se presentan a lo largo de todo el río.
- Elaborar un plan de manejo ambiental para la conservación de la microcuenca del río Guanganza Chico, incluyendo los monitores fisicoquímicos, biológicos y ecológicos, a la vez, hacer énfasis sobre la importancia del bosque ribereño como amortiguador de los impactos generados por la actividad agrícola y ganadera.
- Las autoridades del gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Sinaí, deberán considerar la ampliación del sistema de alcantarillado y implementación de una planta tratamiento de aguas residuales para el centro poblado, ya que entre de las fuentes puntuales de contaminación de esta microcuenca, se atribuyen a las descargas de aguas lluvia y la posible infiltración de aguas negras provenientes de los pozos sépticos localizados en los terrenos aledaños al cauce del río.
- Se recomienda realizar un estudio que permitan evaluar experimentalmente la tolerancia de ciertos taxones con algunos parámetros fisicoquímicos, específicamente con aquellos que guardan una estrecha relación.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, R., et.al. Sotomayor Y Galarza. *Protocolo de evaluación de la integridad ecológica de los ríos de la región austral del Ecuador* [en línea]. 2014. S.l.: s.n. [Consulta: 15 enero 2019]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/321181495_Protocolo_de_Evaluacion_de_la_Integridad_Ecologica_de_los_Rios_de_la_Region_Austral_del_Ecuador.

Alba Tercedor, J. Y Sánchez Ortega, A. *Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el de Hellawell* [en línea]. (1978). vol. 14, no. 1, pp. 51-56. [Consulta: 15 enero 2019]. Disponible en: <http://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-4-1-p-51.pdf>

Alomía, J., et.al. *Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del Río Huallaga, Perú. The Biologist* [en línea], 2017. vol. 1, no. 2. [Consulta: 15 enero 2019]. ISSN 18160719, 19949073. DOI 10.24039/rtb2017151144. Disponible en: <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/rtb/article/view/144>.

Arana, I.L., et.al. *Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados.* [en línea]. 2016. [Consulta: 15 enero 2019]. vol. 1, no. 8, pp. 8. ISSN 1659-4266. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/cinn/v8n1/1659-4266-cinn-8-01-00068.pdf>

Arango, L.F.Á. y Ospina, E.M.D. *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua.* [en línea]. 2005. vol. 1, pp. 263. [Consulta: 15 enero 2019]. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31357>

Armengol, J. *Asociación Española de Limnología*. 4. Universidad de Barcelona - España: 1-187. Arroyo J., C. y Encalada, A.C., 2009. Evaluación de la calidad de agua a través de macroinvertebrados bentónicos de índices biológicos en ríos tropicales en bosque de neblina montano. *Avances en Ciencias e Ingeniería* [en línea], vol. 1, no. 1. [Consulta: 14 enero 2019]. ISSN 1390-5384. DOI 10.18272/aci.v1i1.4. Disponible en: <http://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/4>.

Asamblea Nacional - República del Ecuador, *Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.

Barreto Sáenz, P. *Protocolo de monitoreo de Agua*. 2010. S.l.: Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025.

Calle Fajardo, Z.D., *Planificación estratégica y plan operativo para la junta parroquial de Sinaí 2010-2012*. [en línea]. Macas-Ecuador: Facultad de contabilidad y auditoría, Unidad académica de Macas - República del Ecuador Universidad Católica de Cuenca. 2010. [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: <http://dspace.ucacue.edu.ec/bitstream/reducacue/501/4/ZIOLA%20CALLE%204%20INFORME.pdf>.

Carrera Reyes, C. y Fierro Peralbo, K., *Manual de monitoreo los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua* [en línea]. 2001. 1. ed. Quito, Ecuador: EcoCiencia. [Consulta: 14 enero 2019]. ISBN 978-9978-41-964-9. Disponible en: <http://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=56374.QH96.8.B5M362001>

Carrie, J., [sin fecha]. *Manejo de cuencas*. S.l.: s.n.

Castro, M., et.al. Indicadores de la calidad del agua: evolución y tendencias a nivel global. *Ingeniería solidaria* [en línea], vol. 9, no. 17. [Consulta: 14 enero 2019]. ISSN 1900-3102. DOI 10.16925/in.v9i17.811. Disponible en: <http://revistas.ucc.edu.co/index.php/in/article/view/811>.

Chang Gómez, J.V., *Calidad del agua*. 2015. S.l.: s.n.

Constitución de la República del Ecuador,. *Constitución de la república del Ecuador* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. 0. [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2016/02/CONSTITUCI%C3%93N-DE-LA-REP%C3%9ABLICA-DEL-ECUADOR.pdf>.

De Jalón, D.G., *La Regulación de los caudales y su efecto en la biodiversidad*. [en línea]. España - Madrid. 2018. [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: https://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/cajaAzul/B-S2-P1_Diego%20G%20Jalon-PPTACC.pdf.

Ecofluidos Ingenieros S.A. *Estudio de la calidad de fuentes utilizadas para consumo humano y plan mitigación por contaminación por uso doméstico y agroquímicas en Apurímac y Cusco* [en línea]. 2012. S.l.: Organización panamericana de la salud. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>. 65

Ecuador-Comisión Económica para América Latina y el Caribe - (CEPAL). *Diagnostico de las Estadísticas del Agua en Ecuador* [en línea]. 2012. S.l.: s.n. [Consulta: 7 enero 2019]. Disponible en: <http://aplicaciones.senagua.gob.ec/servicios/descargas/archivos/download/Diagnostico%20de%20las%20Estadisticas%20del%20Agua%20Producto%20IIIc%202012-2.pdf>.

Encalada, A., *Funciones ecosistémicas y diversidad de los ríos* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: https://www.usfq.edu.ec/publicaciones/polemika/Documents/polemika005/polemika005_007_articulo004.pdf.

Exnarro, *Indicadores Biológicos Calidad Agua* [en línea]. 2011. Cochabamba: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/58999749/indicadores-Biologicos-Calidad-Agua>.

Forero Céspedes, A.M., Reinoso Flórez, G. y Gutiérrez, C. *Evaluación de la calidad del agua del río Opia* (Tolima-Colombia) mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos. [en línea]. 2013. vol. 35, no. 2, pp. 371-387. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>.

García, G.R. y Turizo, C.T. *Composición y Distribución of the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera Orders* (Insecta) in Rivers of Sierra Nevada of Santa Marta, Colombia. [sin fecha]. 2015. no. 2, pp. 19. ISSN 0121-1935.

García, M., et.al. *El agua* [en línea]. Colombia: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>.

García y Turizo. *Composition and Distribution of the Ephemeroptera.* [sin fecha]. 2015 S.l.: s.n.

GeoEcuador2008. *Capitulo 3. Estado del agua.* [en línea]. 2008. S.l.: s.n. [Consulta: 7 enero 2019]. Disponible en: <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/Ecuador%20pdf/05.%20Capitulo%203.%20Estado%20del%20agua-1.pdf>.

Giraldo Gómez, G., *Manual de análisis de aguas* [en línea]. 1995. S.l.: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/50540/1/manualdeanalisisdeaguas.pdf>.

González Meléndez, V., Cicedo Quintero, O. Y Aguirre Ramírez, N., *Aplicación de los índices de calidad de agua NSF, DINIUS y BMWP.* , vol. 16, no. 1, pp. 97-108. 2013. ISSN 0124.177X.

Gutiérrez Fonseca, P., *Plecopera.*, vol. 58, no. 4, pp. 139-148. 2010. . ISSN 0034-7744.

Hahn Vonhessberg, et.al. *Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, universidad de caldas, municipio de Palestina, Colombia.* vol. 13, no. 2, pp. 89-105. 2009. ISSN 0123-3068.

Hanson, P., Springer, M. y Ramirez, A. *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos* [en línea]. 2010. Rev. Biol Trop. S.l.: Fotogrgfia Nishida Kenji. [Consulta: 11 enero 2019]. ISBN 0034-7744. Disponible en: <http://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v58s4/a01v58s4.pdf>.

Haun, R.S. y Fortes, J.A., *Utilización de los índices de hábitat fluvial, bosque de ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del estero catapilco, región de Valparaíso.* 2015. vol. 28, pp. 103.

Hidromorfología de los Ríos. *Protocolo de evaluación de la calidad hidromorfológica* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: https://aca-web.gencat.cat/aca/documents/ca/directiva_marc/protocol_hidri_cas.pdf.

Indicadores de la calidad del agua generalidades [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallIG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo2.pdf.

Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales - IdeaM, *Guía para el monitoreo de vertimientos aguas superficiales y subterráneas* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: http://corponor.gov.co/corponor/sigescor2010/TRAMITESYSERVICIOS/Guia_monitoreo_IDEAM.pdf.

NTE INEN 2169, *Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo.* 1998. S.l.: s.n. 2 176:1998.

Martínez, Á.G., *Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la Cuenca del Río Garagoa* [en línea]. Colombia: Facultad de Ciencias Contables económicas y Administrativas

Maestrías en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente Manizales. 2014. Disponible en: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/1803/tesisJAGG.pdf?sequence=1>.

Método para el establecimiento de estado ecológico según la Directiva Marco del Agua [en línea], 2005. S.l.: *Ministerio del ambiente*. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: http://195.55.247.234/webcalidad/estudios/indicadoresbiologicos/Manual_bentonicos.pdf.

Meza S, A.M., et.al. *Calidad de agua y composición de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca alta del río Chinchiná.* , 2012. vol. 2, no. 34, pp. 14. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cal/v34n2/v34n2a13.pdf>

Ministerio de Agricultura y Riego - Dgiar. *Manual N° 5 Medición de agua* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: <http://minagri.gob.pe /portal/download /pdf/manual-riego/manual5.pdf>.

Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de la Provincia de Misiones. *Plan estandarizado de muestreos de calidad de agua superficial.* [en línea]. 2014. vol. 1, no. 2, pp. 1-27. ISSN 978-987-33-5119-8. [Consulta: 11 enero 2019]. Disponible en: http://www.ecologia.misiones.gov.ar/ecoweb/tmp/Descargas/Manual-Plan_Estandarizado_de_Muestreos_de_Calidad_de_Agua_Superficial.pdf

Ministerio de Medio Ambiente. *Calidad de las aguas* [en línea]. España: Centro de publicaciones, Secretaría general técnica. 2000. [Consulta: 11 enero 2019]. ISBN 84-8320-128-3. Disponible en: <http://www.cedex.es/NR/rdonlyres/02CF0258-5960-41BA-8418-94070DE5699E/126186/Cap3A.pdf>.

Ministerio del Ambiente - Acuerdo No. 061, L.S. *Reforma del libro VI del texto unificado de legislación secundaria* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/185880/ACUERDO+061+REFORMA+LIBRO+VI+>

Ministerio del Ambiente - Acuerdos: 083-B, 097-A y 140, *Registro oficial, administración del sr. ec. Rafael Correa Delgado, Presidente Constitucional del República* [en línea]. 2015. S.l.: s.n. Disponible en: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>.

Montoya, Y., Acosta, Y. y Zuluaga, E. Evolución de la calidad del agua en el Río Negro y sus principales tributarios. [en línea]. 2011. vol. 33, no. 1, pp. 193-2010. DOI inc.unal.edu.co/.

Ordóñez Gálvez, J.J. *Cartilla técnica: ¿qué es cuenca hidrológica?* Lima: Sociedad Geográfica de Lima: Foro Peruano para el Agua. 2012. ISBN 978-9972-602-76-4.

Pardo, I., et.al. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. [en línea]. 2002 vol. 21, no. 3-4, pp. [Consulta: 14 enero 2019]. 115-133. ISSN 0213-8409. Disponible en: http://www.limnetica.com/Limnetica/Limne21/L21b115_Indice.habitat.fluvial.rios.mediterraneos.proyecto.Guadalmed.pdf

Pérez Marbello, R., *Hidrometría y aforo de corrientes naturales* [en línea]. 2016. S.l.: s.n. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/12697/68/3353962.2005.Parte%2013.pdf>.

Prat, N., Fortuño, P. Y Rieradevall, M. *Manual d'utilització de l'Índex d'Hàbitat Fluvial (IHF)* [en línea]. 2009. S.l.: Salpe, S.A. Disponible en: https://parcs.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=627a20f7-347e-466f-a371-52b62fb1c397&groupId=5280469.

Quiñónez Vera, P.C. *Evaluación del estado de salud ecológica de la microcuenca del río Pita (sector Molinuco, canteras y antiguo botadero Cashapamba) utilizando macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua* [en línea]. Quito - Ecuador: Escuela de Biología Aplicada, Universidad Internacional del Ecuador. 2015. Disponible en: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/631/1/T-UIDE-0581.pdf>.

Revollo Gonzáles, V. *Calidad del Agua: Evaluación y Diagnóstico.* [en línea]. Medio ambiente. S.l. 2015 [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vladyvostok/calidad-del-agua-evaluacin-y-diagnostico>.

Roldán Pérez^a, G. *Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua.* Colombia: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. 2012. ISBN 978-958-188-19-5.

Roldán Pérez^b, G., *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.* 2016. [en línea]. vol. 40, no. 155, pp. 254-274. [Consulta: 14 enero 2019]. ISSN 2382-4980, 0370-3908. DOI 10.18257/raccefyn.335. Disponible en: <http://www.raccefyn.co/index.php/raccefyn/article/view/335>

Roldán Pérez^c, G.A. *Vindicación de la calidad del agua en Colombia - Uso del método BMWP/Col. 1.* Colombia: Universidad de Antioquia. 2003. ISBN 958-655-671-9.

Roldan Perez^d, G.A. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia* [en línea]. Santa Fe de Bogotá: FEN Colombia. 1996. [Consulta: 14 enero 2019]. ISBN 978-958-9129-04-3. Disponible en: <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>.

Roldán Pérez, G. y Ramírez Restrepo, J.J. *Fundamentos de limnología neotropical.* 2a. ed. Medellín, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia. Colección Ciencia y tecnología. 2008. [Consulta: 14 enero 2019]. ISBN 978-958-714-144-3. QH106.5. R64 2008

Rosas Acevedo, J.L., et.al. *Índice BMWP, FBI y EPT para determinar la calidad del agua en la laguna de Coyuca de Benítez, Guerrero, México.* [en línea]. 2014. vol. 1, no. 2, pp. 8. ISSN 2334-2501. [Consulta: 14 enero 2019]. Disponible en: <http://www.reibci.org/publicados/2014/julio/2200103.pdf>

Samanez Valer, I., et.al. *Métodos de colecta identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú.* [en línea]. 2014. Lima - Perú: s.n. [Consulta: 11 enero 2019]. ISBN 978-612-4174-15-5. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/diversidadbiologica/wp-content/uploads/sites/21/2014/02/M%C3%A9todos-de-Colecta-identificaci%C3%B3n-y-an%C3%A1lisis-de-comunidades-biol%C3%B3gicas.compressed.pdf>.

Sánchez, T., et.al. *Evaluación de recursos hidroenergéticos.* [en línea]. 2010. vol. 1, no. 1, pp. 1-24. ISSN 978-9972-47-206-0.

Segura Triana, L.E. *Estudio de antecedentes sobre la contaminación hídrica en Colombia.* Bogotá-Colombia: Escuela Superior de Administración Pública, Facultad de Pregrado y Programa en Ciencias Políticas y Administrativas. 2007.

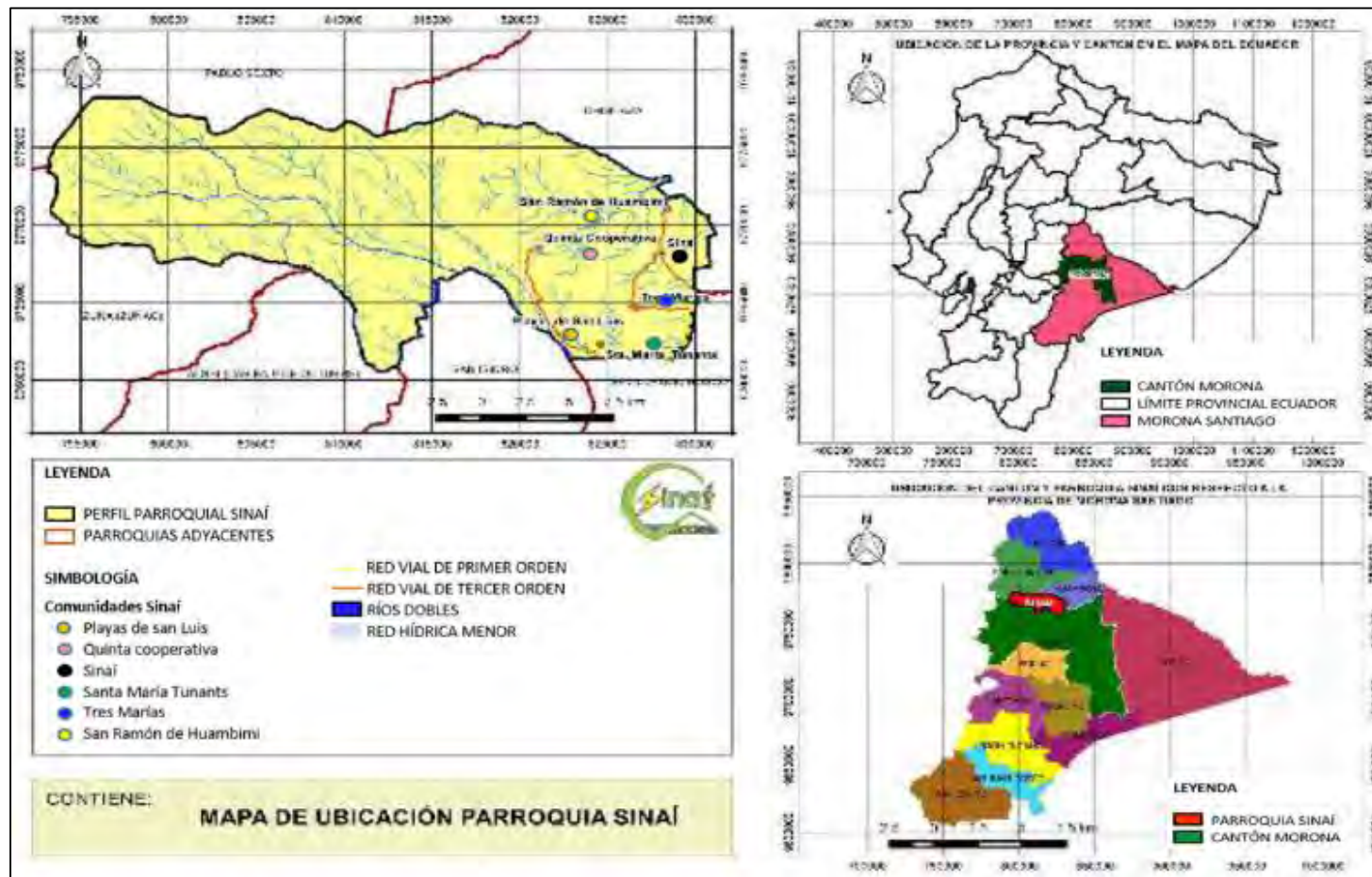
Torres, P., Hernán Cruz, C. y Janeth Patiño, P. *Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. una revisión crítica.* [en línea]. 2009. vol. 8, no. 15, pp. 79-94. [Consulta: 11 enero 2019]. ISSN 1692-3324. Disponible en: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.scielo.org.co/pdf/rrium/v8n15s1/v8n15s1a09.pdf>

Vicuña Redondo, et.al. *El río aspectos limnológicos* [en línea]. Salamanca - España: s.n. 1983. [Consulta: 11 enero 2019]. ISBN 4482320. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/23699/1/TEMASMONOGRAFICOS8.pdf>.

Yumbo, K., Iler, V., et.al. *Determinación de la calidad de aguas mediante indicadores biológicos y físico-químicos en el río Paján, Manabí, Ecuador*. 2018. vol. 10, no. 2, pp. 32-40. ISSN 1390-6399.

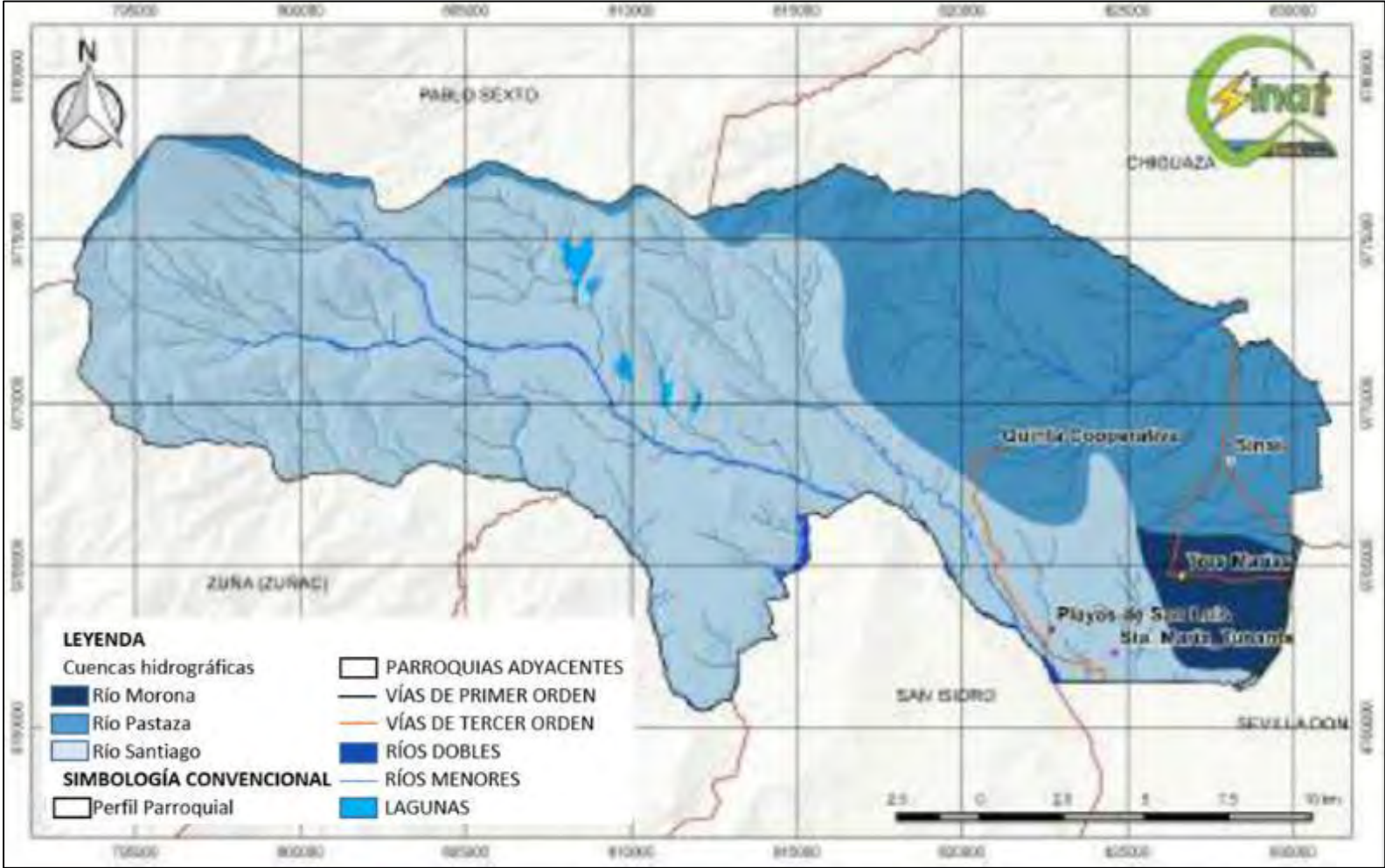
ANEXOS

Anexo A: Ubicación geográfica de la parroquia Sinaí



Fuente: PDYO-SINAI, 2015

Anexo B: Ubicación geográfica de la cuenca del río Pastaza



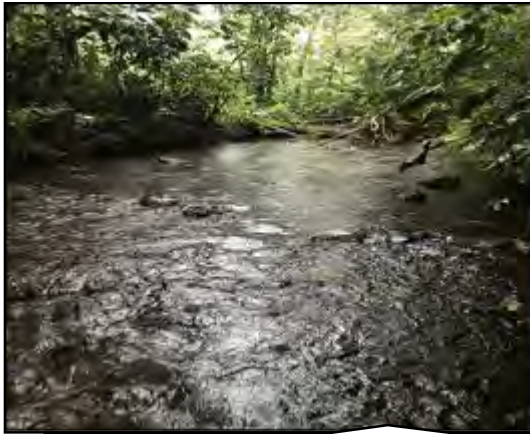
Fuente: PDYO-SINAI, 2015

Anexo C: Mapa de cobertura y uso del suelo en la parroquia Sinaí en el 2008



Fuente: PDYOT-SINAI, 2015

Anexo D: Ubicación de las estaciones de monitoreo en el tramo de estudio.



Estación G.S-1
(Zona de referencia)



Estación G.S-2
(Lavado de ropa)



Estación G.S-3
(Lavado de vehículo)



Estación G.S-4
(Chanchera y cultivos de caña)



Estación G.S-5
(Georreferenciación)

Anexo E: Preparación de materiales, recolección y tratamiento de muestras de parámetros fisicoquímico y microbiológico.



Limpieza de materiales



Medición de la temperatura del agua



Muestra para análisis de parámetros fisicoquímicos



Conservación de muestras

Anexo F: Formato de etiqueta para muestras de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

MUESTRAS DE PARÁMETROS FÍSICOS-QUÍMICOS RÍO GUANGANZA CHICO			
Código:	Fecha:	Hora:	
Tipo de muestra:	Temperatura:		
Parámetro a analizar:	Coordenadas		
	X:	Y:	Z:

Anexo G: Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos



DR/890 Colorimeter
(Análisis de Oxígeno Disuelto)



pH metro AOTKLON
(Análisis de pH)



Conductímetro SENSION 5
(Análisis de Sólidos Totales Disueltos)



Turbidímetro 2100 Q
(Análisis de Turbidez)



Siembra de coliformes fecales



Incubadora MAMMERT

Anexo H: Resultados del análisis de la DBO₅ CESSTA en las estaciones de monitoreo G.S-1, G.S-3 y G.S-5 durante el periodo de estudio.

		CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericano Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3913181		 Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° OAE LE 2C 06-009 LABORATORIO DE ENSAYOS													
INFORME DE ENSAYO No: ST: Nombre Peticionario: Atn: Dirección:		A-276-18 128- 18 - ANÁLISIS DE AGUAS N.A. Mónica Jasmina Lozano Duchánanga Av. 29 de Mayo y Marcelino Madero Macas-Morona Santiago 05 de Abril del 2018															
FECHA: NUMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO CESTTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO:		1 2018/03/26- 11:40 2018/03/25- 17:00 2018/03/26 - 2018/03/26 Agua Natural LAB-A 276-18 GS-1 Sinal, Morona Santiago, Tíaca de la señora María Arevalo S: 827976 Y: 9767724 Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Mónica Jasmina Lozano Duchánanga T max.: 23.0 °C. T min.: 15.0 °C.															
ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: RESULTADOS ANALÍTICOS:		Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Mónica Jasmina Lozano Duchánanga T max.: 23.0 °C. T min.: 15.0 °C.															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>INCERTIDUMBRE (k=2)</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)</td> <td>PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B</td> <td>mg/L</td> <td><2</td> <td>±32%</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>						PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE												
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-												
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Muestra recibida en el laboratorio. La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. 																	
RESPONSABLES DEL INFORME: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Dr. Mauricio Álvarez RESPONSABLE TÉCNICO </div> <div style="text-align: center;">  CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL </div> </div>																	

		CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericano Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3913181		 Servicio de Acreditación Ecuatoriana Acreditación N° OAE LE 2C 06-009 LABORATORIO DE ENSAYOS													
INFORME DE ENSAYO No: ST: Nombre Peticionario: Atn: Dirección:		A-277-18 128- 18 - ANÁLISIS DE AGUAS N.A. Mónica Jasmina Lozano Duchánanga Av. 29 de Mayo y Marcelino Madero Macas-Morona Santiago 05 de Abril del 2018															
FECHA: NUMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO CESTTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO:		1 2018/03/26- 11:40 2018/03/25- 15:38 2018/03/26 - 2018/04/05 Agua Natural LAB-A 277-18 GS-3 Sinal, Morona Santiago, Agua debajo del Dique X: 828396 Y: 9768412 Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Mónica Jasmina Lozano Duchánanga T max.: 25.0 °C. T min.: 15.0 °C.															
ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: RESULTADOS ANALÍTICOS:		Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) Mónica Jasmina Lozano Duchánanga T max.: 25.0 °C. T min.: 15.0 °C.															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>PARÁMETROS</th> <th>MÉTODO/NORMA</th> <th>UNIDAD</th> <th>RESULTADO</th> <th>INCERTIDUMBRE (k=2)</th> <th>VALOR LÍMITE PERMISIBLE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)</td> <td>PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B</td> <td>mg/L</td> <td><2</td> <td>±32%</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>						PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-
PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE												
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	<2	±32%	-												
OBSERVACIONES: <ul style="list-style-type: none"> Muestra recibida en el laboratorio. La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE. Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE. 																	
RESPONSABLES DEL INFORME: <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  Dr. Mauricio Álvarez RESPONSABLE TÉCNICO </div> <div style="text-align: center;">  CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL </div> </div>																	



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3613183



Acreditación N° OAE LE 20 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST:
Nombre Peticionario:
Ata:
Dirección:

A-278-18
128-18 ANÁLISIS DE AGUAS
N.A.
Mónica Jesmina Lozano Duchitanga
Av 29 de Mayo y Marcelino Madero
Macas-Morona Santiago

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO CESTTA:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:

05 de Abril del 2018
1
26/04/2018 11:40
2018/03/25-11:00
2018/03/26-2018/04/03
Agua Natural
LAB-A-278-18
GS-1
Sinal, Morona Santiago, Finca del señor Pedro Acajila
X:828445 Y:9768623

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:
RESULTADOS ANALÍTICOS:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)
Mónica Jesmina Lozano Duchitanga
T máx: 25,0 °C T mín: 15,0 °C

PARÁMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra, recibida en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- * Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:

M-264
Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3613183



Acreditación N° OAE LE 20 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No:

ST:
Nombre Peticionario:
Ata:
Dirección:

A-408-18
172-18 ANÁLISIS DE AGUAS
N.A.
Mónica Jesmina Lozano Duchitanga
Av 29 de Mayo y Marcelino Madero
Macas-Morona Santiago

FECHA:

NUMERO DE MUESTRAS:
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB:
FECHA DE MUESTREO:
FECHA DE ANÁLISIS:
TIPO DE MUESTRA:
CÓDIGO CESTTA:
CÓDIGO DE LA EMPRESA:
PUNTO DE MUESTREO:

23 de Mayo del 2018
1
2018/05/14-12:40
2018/05/13-12:30
2018/05/14-2018/05/23
Agua Natural
LAB-A-408-18
GS-1
Sinal, Morona Santiago, Finca de la señora Mama Arevalo
X:827976 Y:9767724

ANÁLISIS SOLICITADO:

PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS:
RESULTADOS ANALÍTICOS:

Demanda Bioquímica de Oxígeno
Mónica Jesmina Lozano Duchitanga
T máx: 25,0 °C T mín: 15,0 °C

PARAMETROS	MÉTODO/NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra, recibida en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:

M-264
Dr. Mauricio Álvarez
RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 303183	 Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-409-18
ST: 172- 18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Ata: Mónica Jasmina Lozano Duchibanga
Dirección: Av. 29 de Mayo y Marcelino Malero
 Maza-Moreno Santiago
 23 de Mayo del 2018

FECHA: 2018/05/14 - 12:40
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/14 - 09:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/05/14 - 2018/05/23
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/05/14 - 2018/05/23
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CÓDIGO CESTTA: LAB-A-407-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: GS-3
PUNTO DE MUESTREO: Sima, Mazon Santiago, Agua debajo del Dique N:828416 Y:9768412

ANÁLISIS SOLICITADO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mónica Jasmina Lozano Duchibanga
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx: 25,0 °C. T mín: 15,0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PRC/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 303183	 Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-410-18
ST: 172- 18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Ata: Mónica Jasmina Lozano Duchibanga
Dirección: Av. 29 de Mayo y Marcelino Malero
 Maza-Moreno Santiago
 23 de Mayo del 2018

FECHA: 2018/05/14 - 12:40
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/05/14 - 07:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/05/14 - 2018/05/23
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/05/14 - 2018/05/23
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CÓDIGO CESTTA: LAB-A-408-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: GS-3
PUNTO DE MUESTREO: Sima, Mazon Santiago, Finca del señor Pedro Anjilla N:828415 Y:9768423

ANÁLISIS SOLICITADO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mónica Jasmina Lozano Duchibanga
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx: 25,0 °C. T mín: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PRC/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) BIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-540-18
ST: 238-18 -ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atm: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
Dirección: Av 29 de Mayo y Marcelino Malden
 Macas - Morona - Santiago
 29 de Junio del 2018
FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/06/19 - 08:15
FECHA DE MUESTREO: 2018/06/18 - 16:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/06/19 - 2018/06/20
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CODIGO CESTTA: LAB-A 538 -18
CODIGO DE LA EMPRESA: GS-1
PUNTO DE MUESTREO: Sisa, Morona Santiago
 Finca de la señora María Arvalo. X:827976 Y:9767724
 Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Químico
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C.

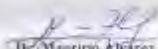
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Químico de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	4	-32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- Muestra compuesta (2 muestras por 1 mes).

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) BIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183	 Servicio de Acreditación Ecuatoriano Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-541-18
ST: 238-18 -ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atm: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
Dirección: Av 29 de Mayo y Marcelino Malden
 Macas - Morona - Santiago
 29 de Junio del 2018
FECHA:
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/06/19 - 08:15
FECHA DE MUESTREO: 2018/06/18 - 14:30
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/06/19 - 2018/06/20
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CODIGO CESTTA: LAB-A 539 -18
CODIGO DE LA EMPRESA: GS-1
PUNTO DE MUESTREO: Sisa, Morona Santiago
 Finca de la señora María Arvalo. X: 828066 Y:9768412
 Químico
ANÁLISIS SOLICITADO: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Químico
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C.

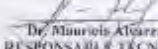
RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Químico de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	4	-32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.
- Muestra compuesta (2 muestras por 1 mes).

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183	 Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO N°: A-542-18
ST: 238-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Ata: Mónica Justina Lozano Duchibango
Dirección: Av. 29 de Mayo y Marcelino Madero
 Moca - Mera, Santiago
 29 de Junio del 2018
FECHA:
NÚMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/07/25 - 16:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/07/24
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/07/25 - 2018/08/06
TIPO DE MUESTRA: Agua Natural
CÓDIGO CESTTA: LAB-A-540-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: GS-5
PUNTO DE MUESTREO: Sima, Meroza Santiago,
 Finca del señor Pedro Anquilla. X:828445 Y: 9768623
 Quitico
ANÁLISIS SOLICITADO: Mónica Justina Lozano Duchibango
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA:
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

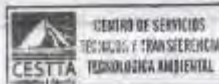
PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Densidad Dinámica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	0	+32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE
- Muestra compuesta (3 muestras por 4 meses)

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



	CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIORAMBA - ECUADOR Teléfono: (03) 3013183	 Acreditación N° OAE LE 20 06-008 LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO N°: A-875-18
ST: 419-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Ata: Mónica Justina Lozano Duchibango
Dirección: Av. 29 de Mayo y Marcelino Madero
 Moca-Mera Santiago
FECHA: 06 de Agosto del 2018
NÚMERO DE MUESTRAS: 3
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/07/25 - 16:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/07/24
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/07/25 - 2018/08/06
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A-869-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: GS-1
PUNTO DE MUESTREO: Sima Meroza Santiago,
 Río Guaguzza Chero
 Finca de la señora María Arévalo
 Coordenadas:
 X: 827936 Y: 9767724
ANÁLISIS SOLICITADO: Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mónica Lozano
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T máx.:25,0 °C. T mín.: 15,0 °C


RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	PEE/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/L	3	+32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio
- Muestra Compuesta.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE

RESPONSABLES DEL INFORME:


 Dr. Mauricio Alvarez
 RESPONSABLE TÉCNICO



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3013183



Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-873-18
ST: 419-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atm: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
Dirección: Av 29 de Mayo y Marcelino Maduro
Macas-Morona Santiago

FECHA: 06 de Agosto del 2018
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/07/25 - 10:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/07/24
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/07/25 - 2018/08/06
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 870-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 05-5
PUNTO DE MUESTREO: Sima Morona Santiago
Río Guaguzo Chico
Coordenadas:
X: 828366 / Y: 9798412
ANÁLISIS SOLICITADO: Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mónica Lozano
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T max: 25,0 °C, - T min: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	ISO/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio
- Muestra Compuesta.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Mónica Lozano
RESPONSABLE TÉCNICO



CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL

DEPARTAMENTO :
SERVICIOS DE LABORATORIO

Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)
RIOBAMBA - ECUADOR
Teléfono: (03) 3013183



Acreditación N° OAE LE 2C 06-008
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO No: A-874-18
ST: 419-18 ANÁLISIS DE AGUAS
Nombre Peticionario: NA
Atm: Mónica Jasmina Lozano Duchitanga
Dirección: Av 29 de Mayo y Marcelino Maduro
Macas-Morona Santiago

FECHA: 06 de Agosto del 2018
NUMERO DE MUESTRAS: 1
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: 2018/07/25 - 10:00
FECHA DE MUESTREO: 2018/07/24
FECHA DE ANÁLISIS: 2018/07/25 - 2018/08/06
TIPO DE MUESTRA: Agua Residual
CÓDIGO CESTTA: LAB-A 871-18
CÓDIGO DE LA EMPRESA: 05-5
PUNTO DE MUESTREO: Sima Morona Santiago
Río Guaguzo Chico
Finca del señor Fidel Anjilán
Coordenadas:
X: 828368 / Y: 9798700
ANÁLISIS SOLICITADO: Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)
PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: Mónica Lozano
CONDICIONES AMBIENTALES DE ANÁLISIS: T max: 25,0 °C, - T min: 15,0 °C

RESULTADOS ANALÍTICOS:

PARÁMETROS	MÉTODO /NORMA	UNIDAD	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	VALOR LÍMITE PERMISIBLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	ISO/CESTTA/46 Standard Methods No. 5210 B	mg/l	<2	±32%	-

OBSERVACIONES:

- Muestra recibida en el laboratorio.
- Muestra Compuesta.
- La columna: Valor límite permisible, está fuera del alcance de la acreditación del SAE.

RESPONSABLES DEL INFORME:

Mónica Lozano
RESPONSABLE TÉCNICO

Anexo I: Tabla 3, Criterios de calidad de aguas para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, aguas marinas y estuarios, Anexo 1, Libro VI del TULSMA

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles Bifenilos policlorados /PCBs	Concentración total de PCBs.	mg/L	0,5	0,5	0,5
OxígenoDisuelto	O.D.	mg/L	0,001	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno ionizado	pH		No menor al 80% y no menor a 6 mg/L	No menor al 60% y no menor a 5 mg/L	No menor al 60% y no menor a 5 mg/L
Sulfuro de hidrógeno	H2S	mg/L	6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9,5
Amoniaco	NH3	mg/L	0,0002	0,0002	0,0002
Aluminio	Al	mg/L	0,02	0,02	0,4
Arsénico	As	mg/L	0,1	0,1	1,5
Bario	Ba	mg/L	0,05	0,05	0,05
Berilio	Be	mg/L	1,0	1,0	1,0
Boro	B	mg/L	0,1	0,1	1,5
Cadmio	Cd	mg/L	0,75	0,75	5,0
Cianuro Libre	CN-	mg/L	0,001	0,001	0,005
Zinc	Zn	mg/L	0,01	0,01	0,01
Cloro residual	Cl	mg/L	0,18	0,18	0,17
Estaño	Sn	mg/L	0,01	0,01	0,01
Cobalto	Co	mg/L		0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/L	0,2	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/L	0,01	0,01	0,01
Cromo total	Cr	mg/L	0,02	0,02	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/L	0,05	0,05	0,05
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/L	0,001	0,001	0,001
Hierro	Fe	mg/L	0,3	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de	TPH	mg/L	0,3	0,3	0,3
Petróleo Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/L	0,5	0,5	0,5
Manganeso	Mn	mg/L	0,0003	0,0003	0,0003
Materia flotante	Visible		0,1	0,1	0,1
Mercurio	Hg	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Níquel	Ni	mg/L	0,0002	0,0002	0,0001
Plaguicidas organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,025	0,025	0,1
Plaguicidas organofosforados totales	Concentración de Organofosforados totales	mg/L	10,0	10,0	10,0
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/L	10,0	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/L	0,05	0,05	0,05
Selenio	Se	mg/L	0,01	0,01	0,005
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/L	0,01	0,01	0,01
Temperatura	°C		0,5	0,5	0,5
Coliformes Fecales	nmp/100 ml		Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condiciones naturales + 3 Máxima 32	Condicione s naturales + 3 Máxima 32
			200	200	200

Anexo J: Tabla de valoración del Índice de Hábitat fluvial.

Bloques		Puntuación	
1. Inclusión en rápidos-sedimentación en pozas			
Rápidos	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
Solo pozas	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
			TOTAL (una categoría)
2. Frecuencia de rápidos			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Presencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos escasos. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Solo pozas		2	
			TOTAL (una categoría)
3. Composición del sustrato			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
			TOTAL (una categoría)
4. Regímenes de velocidad / profundidad somera:< 0.5 m 10; lento:< 0.3 m/s			
4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.		10	
Sólo 3 de las 4 categorías		8	
Sólo 2 de las 4		6	
Sólo 1 de las cuatro		4	
			TOTAL (una categoría)
5. Porcentaje de sombra en el cauce			
Sombreado con ventanas		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Expuesto		3	
			TOTAL (una categoría)
6. Elementos heterogeneidad			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	10	
	1 - 10% ó > 75%		
Presencia de troncos y ramas		7	
Raíces expuestas		5	
Diques naturales		3	
			TOTAL (una categoría)
7. Cobertura de vegetación acuática			
% Plócon + briófitos	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Pécton	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	1 - 10% ó > 50%	5	
			TOTAL (una categoría)

PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)

La puntuación de cada uno de los apartados no puede exceder la expresada en la siguiente tabla:

Inclusión rápidos - sedimentación pozas	10
Frecuencia de rápidos	10
Composición del sustrato	20
Régimen velocidad / profundidad	10
Porcentaje de sombra en el cauce	10
Elementos de heterogeneidad	10
Cobertura de vegetación acuática	30

Anexo K: Valoración de campo de los bloques del IHF en las estaciones de muestreo.



Presencia ocasional de rápidos



Piedras y grava



Presencia de sombras con ventanas



Grandes claros



Presencia de hojas, troncos y ramas



Raíces expuestas



Fanerógamas



Briófitos acuáticos

Anexo L: Recolección, limpieza e identificación de macroinvertebrados bentónicos



Recolección mediante la red Patada



Recolección mediante la red Surber



Limpieza de macroinvertebrados



Identificación de macroinvertebrados

Anexo M: Formato de etiqueta para muestras de macroinvertebrados bentónicos

MUESTRAS DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS DE LA MICROCUENCA DEL RÍO GUANGANZA CHICO					
Código:		Fecha:		Hora:	
Tipo de red:			Tipo de preservante:		
Tipo de sustrato:			Coordenadas		
			X:	Y:	Z:

Anexo N: Formato de la ficha de identificación taxonómica de macroinvertebrados bentónicos

FICHA DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE MACROINVERTEBRADOS MICROCUENCA DEL RÍO GUANGANZA CHICO						
Estación de muestreo:			Fecha:			
Nº	Clasificación taxonómica:			Abundancia de individuos	BMWP/COL	EPT
	Clase	Orden	Familia			

Anexo O: Medición de parámetros de campo para la determinación del caudal.



Medición de la distancia de la sección



Medición del ancho de la sección transversal



Medición de la profundidad



Determinación del tiempo de recorrido

Anexo P: Macroinvertebrados bentónicos representativos en el tramo de estudio de la microcuenca del río Guanganza Chico.



Ptilodactylidae



Hydropsychidae



Chironomidae



Leptohyphidae



Libellulidae



Naucoridae



Leptophlebiidae



Euthyplociidae



Planariidae



Leptoceridae



Psephenidae



Tipulidae