UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE LOS RÍOS DAULE Y PUYO.

AUTOR(ES):

Welinton Santiago Farinango Calo

Perla Shakira Vallejo Mayorga

DOCENTE - TUTOR:

Msc. María Augusta Guadalupe Alcoser

Puyo - Pastaza - Ecuador

2022

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.

Criterios	Puntaje	Argumentos de la calificación
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	Ampliar información sobre la temática a tratar.
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	14/15	Referir las fuentes de Ley de acuerdo a normative APA.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	15/15	

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	25/25	
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	
VALORACIÓN TOTAL	98	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	Marque con X
Aprobar	x
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	98

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
VERONICA ISOLINA MASSON FIALLOS

Verónica Massón Fiallos
PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los 22 días del mes de febrero de 2022

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)
TABAJO 145

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Si cumple
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	5/5	Si cumple
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	19/20	Hacer solamente referencia a fuentes no con títulos
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	15/15	Si cumple
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	12/15	No utiliza subniveles de numeración de descripción de contenido,

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	23/25	No utiliza subniveles de numeración en contenido, formato de fuentes de tablas no se requiere colocar cuando son de autores
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Si cumple
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5/5	Si cumple
VALORACIÓN TOTAL	94	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	94

Atentamente,

ANGELICA MARIA TASAMBA Y SALAZAR

Firmado digitalmente por ANGELICA MARIA TASAMBAY SALAZAR
Fecha: 2022.02.25 08:28:21 -05'00'

MSc. Angélica María Tasambay Salazar
docente PAR CIEGO

Dado en la ciudad de Puyo, a los …25… días del mes de fabrero…… de 2022….

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Puyo, 04 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Welinton Santiago Farinango Calo, con C.I. 1500970395, con el Tema: "**Análisis comparativo de la metodología para la evaluación de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de los ríos Daule y Puyo**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, María Augusta Guadalupe Alcoser, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 04 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser M.Sc

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Farinango Welinton- Vallejo Perla.docx (D127095202)
Submitted	2022-02-04T22:09:00.0000000
Submitted by	María Augusta Guadalupe Alcoser
Submitter email	ma.guadalupea@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ma.guadalupea.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf** Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338) Submitted by: rvabril@uea.edu.ec Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf** Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)	4
SA	**TESIS DAVID CASTAÑEDA ESTELA 2020.pdf** Document TESIS DAVID CASTAÑEDA ESTELA 2020.pdf (D83628977)	4
W	URL: https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/136/T.AMB.B.UEA.%203053?sequence=1&isAllowed=yNavarrete, Fetched: 2022-02-04T22:09:00.0000000	2
W	URL: http://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/2114/2333AQUAE Fetched: 2022-02-04T22:09:00.0000000	1
SA	**Tesis MARGARITA BELEN TOLEDO BASANTES 2.docx** Document Tesis MARGARITA BELEN TOLEDO BASANTES 2.docx (D14765185)	1
SA	**TRABAJO DE TITULACIÓN-KATHERINE CHACÓN.pdf** Document TRABAJO DE TITULACIÓN-KATHERINE CHACÓN.pdf (D32922332)	1
SA	**TESIS MONICA LOZANO.docx** Document TESIS MONICA LOZANO.docx (D47214311)	1
SA	**J.SALTOS FINAL.docx** Document J.SALTOS FINAL.docx (D23315845)	2
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / AVANCE 3 INFORME PPP1 2022.pdf** Document AVANCE 3 INFORME PPP1 2022.pdf (D126912046) Submitted by: amb2017333@uea.edu.ec Receiver: fa.carpioa.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**253T20180297_TC.pdf** Document 253T20180297_TC.pdf (D48407446)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Puyo, 04 de febrero de 2022

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Perla Shakira Vallejo Mayorga, con C.I. 1600442733, con el Tema: "**Análisis comparativo de la metodología para la evaluación de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de los ríos Daule y Puyo**", de la carrera de Ingeniería Ambiental. Docente-director del Trabajo de Integración Curricular, María Augusta Guadalupe Alcoser, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 8%, Informe generado con fecha 04 de febrero de 2022 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
MARIA AUGUSTA GUADALUPE ALCOSER

Ing. María Augusta Guadalupe Alcoser M.Sc

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Farinango Welinton- Vallejo Perla.docx (D127095202)
Submitted	2022-02-04T22:09:00.0000000
Submitted by	María Augusta Guadalupe Alcoser
Submitter email	ma.guadalupea@uea.edu.ec
Similarity	8%
Analysis address	ma.guadalupea.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf** Document ArtículoyAnexosM&WCarrera.pdf (D126784338) Submitted by: rvabril@uea.edu.ec Receiver: rvabril.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf** Document TOMALA JAIRO 26 ENERO 2022.pdf (D126335409)	4
SA	**TESIS DAVID CASTAÑEDA ESTELA 2020.pdf** Document TESIS DAVID CASTAÑEDA ESTELA 2020.pdf (D83628977)	4
W	URL: https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/136/T.AMB.B.UEA.%203053?sequence=1&isAllowed=yNavarrete, Fetched: 2022-02-04T22:09:00.0000000	2
W	URL: http://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/2114/2333AQUAE Fetched: 2022-02-04T22:09:00.0000000	1
SA	**Tesis MARGARITA BELEN TOLEDO BASANTES 2.docx** Document Tesis MARGARITA BELEN TOLEDO BASANTES 2.docx (D14765185)	1
SA	**TRABAJO DE TITULACIÓN-KATHERINE CHACÓN.pdf** Document TRABAJO DE TITULACIÓN-KATHERINE CHACÓN.pdf (D32922332)	1
SA	**TESIS MONICA LOZANO.docx** Document TESIS MONICA LOZANO.docx (D47214311)	1
SA	**J.SALTOS FINAL.docx** Document J.SALTOS FINAL.docx (D23315845)	2
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / AVANCE 3 INFORME PPP1 2022.pdf** Document AVANCE 3 INFORME PPP1 2022.pdf (D126912046) Submitted by: amb2017333@uea.edu.ec Receiver: fa.carpioa.uea@analysis.urkund.com	1
SA	**253T20180297_TC.pdf** Document 253T20180297_TC.pdf (D48407446)	1

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA
Trabajo de Integración Curricular

Análisis comparativo de la metodología para la evaluación de la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de los ríos Daule y Puyo

Welinton Santiago Farinango Calo1[1]
amb2017035@uea.edu.ec
Perla Shakira Vallejo Mayorga 2[1]
amb2017179@uea.edu.ec

Mária Augusta Guadalupe Alcoser, M.Sc[2]
ma.guadalupe@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida
Carrera de Ingeniería Ambiental (1)

Resumen

En este trabajo de investigación, se realizó la comparación de las metodologías para la evaluación de la calidad del agua en los ríos Daule y Puyo, con el objetivo de determinar cuál es la más óptima. Para esto se desarrolló un análisis comparativo mediante una revisión bibliográfica de los resultados obtenidos en las metodologías como: Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y plecoptera), Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) y uso de la tabla del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) que establece los límites máximos permisibles de parámetros fisicoquímicos y biológicos que se encuentran en el agua. Como resultado de la evaluación y análisis de los métodos para la calidad del agua, se destaca el método de Biological Monitoring Working Party (BMWP) como el mejor debido a que permite conocer el Índice de calidad de agua (WQI) y facilita el conocimiento para determinar si el agua del río está contaminada o no. Al realizar la comparación de los resultados se determinó que el índice de calidad en el río Puyo es de 67, esto significa que el agua es de calidad mediana sin tanta contaminación, en comparación con el río Daule que presenta un índice de calidad de agua de 38, esto significa que es de mala calidad, por tanto, la calidad del agua de la cuenca hidrográfica del río Puyo es mejor que la cuenca hidrográfica del río Daule.

***Palabras Clave**: Calidad del agua, Río Daule, Río Puyo, Metodologías, Índice BMWP.*

Summary

In this research work, the methodologies for the assessment of water quality in the Daule and Puyo rivers were compared, with the aim of determining the most optimal. For this, a comparative analysis was developed by means of a bibliographic review of the results obtained in methodologies such as: EPT Index (Ephemeroptera, Trichoptera and plecoptera), Biological Monitoring Working Party Index (BMWP) and use of the table of the Unified Text of Secondary Environmental Legislation (TULSMA) that establishes the maximum permissible limits of physico-chemical and biological parameters found in the water. As a result of the evaluation and analysis of methods for water quality, the Biological Monitoring Working Party (BMWP) method stands out as the best because it allows to know the Water Quality Index (WQI) and facilitates the knowledge to determine whether the river water is contaminated or not. When comparing the results, it was determined that the quality index in the Puyo River is 67, this means that the water is of medium quality without as much pollution, compared to the Daule river which has a water quality index of 38, this means that it is of poor quality, therefore the water quality of the Puyo river basin is better than the Daule river basin.

***Keywords**: Water quality, Daule River, Puyo River, Methodologies, BMWP Index.*

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de los cauces hídricos en la actualidad presenta problemas ambientales y sociales, a causa de que muchas de las veces el ser humano desecha los residuos en las calles y estos con las lluvias se arrastran hasta llegar a los cuerpos de agua dulce produciendo el deterioro de la calidad de los mismos, por lo cual se han realizado estudios que determinan el nivel de contaminación del agua, para de este modo saber si los cauces hídricos están aptos para su consumo como: agua para riego, bebida, recreación o para satisfacer nuestras demandas energéticas. (Zambrano, 2015)

Los ríos constituyen un recurso vital para las actividades de producción agrícola, pesca y recreación. (Navarrete, 2013; Zambrano, 2015) mencionan en sus tesis tituladas

"*Estudio de las aguas y sedimentos del río Daule, en la provincia de Guayas, desde el punto de vista fisicoquímico, orgánico, bacteriológico y toxicológico*", "*Contaminación bacteriana en el río Daule; el caso del cantón Palestina, Ecuador*" que la calidad del río se ve afectada por el uso de agroquímicos, descargas de las aguas residuales y residuos sólidos de poblaciones ubicadas en sus riberas, también por el uso de fertilizantes, hidrocarburos y pesticidas.

Con la finalidad de mejorar la calidad de agua en los causes hídricos, el principal objetivo del presente trabajo investigativo, es analizar y comparar mediante una revisión bibliográfica las metodologías de índice EPT (Ephemeropteras, Tricopteras y Plecopteras), índice Biological Monitoring Working Party (BWMP) y tabla del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA), esto permite determinar cuál de ellas es mejor en base a la metodología y los resultados en los ríos Daule y Puyo, y de esta manera dar a conocer un precedente para próximas investigaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS/METODOLOGÍA

Mediante los estudios realizados en el río Daule y el río Puyo, el análisis comparativo de las metodologías tiene como fundamento una investigación bibliográfica, en el cual se tomará información de fuentes como: artículos científicos, informes, tesis de titulación, ensayos ejecutados, los cuales abarcarán temas relevantes con metodologías aplicables para la determinación de la calidad del agua de cada río en su respectiva región y al mismo tiempo los compuestos contaminantes que afectan a los ríos.

La presente investigación se desarrolló como un análisis de carácter descriptivo cualitativo simple no experimental, el cual se basa en escritos de metodologías aplicadas para la calidad de agua, la descripción de la condición del agua de cada río, mismos que servirán para la comparación de los resultados.

1) Método Deductivo

Este método se implementó para el razonamiento comparativo de las metodologías en la calidad del agua los ríos Daule y Puyo, las cuales son: Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y plecoptera), Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) que contenga el agua de los causes hídricos, en las investigaciones.

2) Método Inductivo

Se realizó la evaluación de los métodos ejecutados de la calidad de agua en los ríos Daule y Puyo, para contextualizar la situación de la condición del agua de cada río, mediante la tabla de parámetros máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

3) Construcción metodológica del objeto de investigación

Para realizar el análisis de las metodologías aplicadas de calidad del agua en los ríos Daule y Puyo, se compararon los resultados mediante: el índice de ETP (Ephemeropteras, Tricopteras y Plecópteras), Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) y tabla de parámetros máximos permisibles del Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente (TULSMA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Datos río Daule

En la tabla 1, se evidencian los resultados de las muestras (Tamayo, 2018) en las tres estaciones del río Daule se identificaron un total de 1020 macroinvertebrados acuáticos, distribuidos en 11 órdenes, 16 familias y 18 especies (pág. 40)

Tabla 1. Macro invertebrados acuáticos colectados en las estaciones muestreadas del río Daule.

ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	ESPECIE	E-01	E-02	E-03	Total	IBMWP		
								E-01	E-02	E-03
Ephemeroptera	Leptohyphidae		*Leptohyphes sp.*	0	1	0	1	X	5	X
Trichoptera	Hydropsychidae		*Smicridea sp.*	1	2	0	3	5	5	X
	Calamoceratidae		*Phylloicus sp.*	4	0	0	4	8	X	X
			Atanatolica sp.	0	1	0	1	X	8	X
Coleóptera	Psphenidae		*Psephenops sp.*	1	0	0	1	7	X	X
	Hydrophilidae		*Tropisternus sp.*	0	1	0	1	X	3	X
	Elmidae		*Morpho 1*	1	1	0	2	5	5	X
		Hexapoda	*Chironomus sp.*	7	68	897	972	2	2	2

Díptera	Chironomidae	Tanypodinae	*Morpho 1*	3	10	0	13	2	2	X
Hemiptera	Vellidae		*Trepobates sp.*	1	0	0	1	4	X	X
	Belostomatidae		*Lethocerus sp.*	0	1	0	1	X	4	X
	Naucoridae		*Limnocoris sp.*	3	0	0	3	3	X	X
Odonata	Coenagrionidae		*Acanthagrion sp.*	0	2	0	2	X	4	X
Lepidóptera	Crambidae		*Petrophila sp.*	0	5	0	5	X	5	X
Mesogastropoda	Turritellidae		*Turritella sp.*	1	0	0	1	3	X	X
Basommatophora	Physidae		*Physa sp.*	1	0	0	1	3	X	X
Glossiphoniiform Es	Glossiphoniidae		*Helobdella sp.*	5	0	2	7	3	X	X
Anellida	Oligochaeta		*Tubifex sp.*	1	0	0	1	1	X	X
TOTAL: 11	**16**		**18**	**29**	**92**	**899**	**1020**	**59**	**53**	**2**

Fuente: Adaptado de (Tamayo, 2018)

La existencia de dípteros en el estudio realizado por (Tamayo, 2018), coincide con los reportes presentados por (Custodio & Chanamé, 2016) en el cual se expone que la riqueza, abundancia y diversidad de macroinvertebrados bentónicos, según sector y época de muestreo, presentaron diferencias significativas y que los mayores porcentajes de contribución a las comunidades de estos organismos lo presentaron los órdenes Díptera (46,05%) y Ephemeroptera (37,87%), contribuyendo con el 83,92% del total de los taxones. (Tamayo, 2018)

Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera)

Al obtener los resultados de (Tamayo, 2018) y aplicando el índice biótico EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera), en la tabla 2, se muestra que:

- En la estación E-01 presenta un valor de 5 (17%),
- En la estación E-02 hay un valor de 4 (4,3%) y

- En la estación E-03 no se registró a ningún organismo de estos tres órdenes taxonómicos de insectos acuáticos.

Las tres estaciones tienen una calidad mala, debido a que los valores están en el rango de 0% a 24% según la tabla de Índice Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera (EPT).

Tabla 2. Total de Índice Ephemeroptera, Trichoptera y Plecoptera (EPT) por estación y su clasificación.

Estación	Valor Ephemeroptera, Trichoptera y plecoptera (EPT)	Interpretación
E-01	5	Mala
E-02	4	
E-03	0	

Fuente: Adaptado de (Tamayo, 2018)

Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Se muestra en la tabla 3, los resultados obtenidos por (Tamayo, 2018) en el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) para el análisis de la calidad de agua en las estaciones muestreadas del río Daule y refleja los siguientes resultados:

- En la estación E-01 se obtuvo un valor de 59; la estación E-02 presentó un valor de 53, lo que acorde a la tabla 2 del marco teórico da una clase III, de calidad mediana, característico de aguas moderadamente contaminadas y cuyo color asignado es el amarillo,
- El valor de la estación E-03 fue de 2 lo que implica una clase V, con una calidad muy mala, característico de aguas fuertemente contaminadas y cuyo valor asignado es el rojo. (Tamayo, 2018, pág. 47)

Tabla 3. Calidad biológica del agua del río Daule según índice Biological Monitoring Working Party BMWP

Estación	E-01	E-02	E-03
Valor obtenido	59	53	2
Clase	III	III	V
Calidad	Mediana	Mediana	Muy crítica

Características	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas moderadamente contaminadas	Aguas fuertemente contaminadas
Color			

Fuente: Adaptado de (Tamayo, 2018)

Mediante los resultados obtenidos por (Tamayo, 2018) en cuanto al Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) de las tres estaciones, se aplicó la media aritmética el cual resultó con un valor de 38 lo que implica que la calidad del agua de este río sea de clase IV, calidad mala y agua muy contaminada.

Datos río Puyo

Se muestra en la Tabla 4, los resultados de los muestreos realizados en los tres puntos del río Puyo en donde se identifican un total de 187 macroinvertebrados acuáticos, distribuidos en 11 órdenes y 11 familias.

Tabla 4. Macroinvertebrados colectados en las estaciones muestreadas del río Puyo.

CLASE	ORDEN	FAMILIA	P1	P2	P3	Nº INDIVIDUOS	VALOR IBMWP
Insecto	DIPTERA	CHIRONOMIDAE	12	4	2	18	2
	BASOMMATOPHORA	PHYSIDAE	4	3	1	8	3
	COLEOPTERA	DYTISCIDAE	7	6	2	15	3
	COLEOPTERA	HALIPLIDAE	15	5		20	4
	EPHEMEROPTERA	BAETIDAE	18	4	1	23	4
	DECAPODA	ASTACIDAE	14	6	3	23	8
	ODONATA	LIBELLULIDAE	4	2	0	6	8
	TRICHOPTERA	POLYCENTROPIDIDAE	17	3	2	22	10
	EPHEMEROPTERA	EPHEMERELLIDAE	7	6	0	13	7
	ODONATA	CALOPTERYGIDAE	13	8	0	21	8

	TRICHOPTERA	LEPTOCERIDAE	8	6	4	18	10
TOTAL INDIVIDUOS			**119**	**53**	**15**	**187**	
ÍNDICE IBMWP							**67**
SIGNIFICADO:							MODERADAMENTE CONTAMINADAS

Fuente: Adaptado de (Rodríguez, 2016)

Índice EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y plecoptera)

Al obtener los resultados y aplicando el índice biótico EPT (Ephemeroptera, Trichoptera y plecoptera), (Rodríguez, 2016) en su estudio determinó que:

- En el punto 1, presenta un valor de 50; el cual según la tabla 1 en el marco teórico es de calidad regular,
- En el punto 2, se identifica un valor de 19 y en el punto 3, un valor de 7 que se encuentra dentro de una calidad mala.

Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP).

Se aplica para el análisis de la calidad de agua en los puntos muestreadas del río Puyo. La tabla 5, refleja un valor de 67 para cada punto, el resultado pertenece a una clase III de calidad de agua medianamente contaminada, cuyo color asignado es el amarillo (Rodríguez, 2016, pág. 104).

Tabla 5. Calidad biológica del agua del río Puyo según índice BMWP.

Puntos	**1**	**2**	**3**
Valor obtenido	67		
Clase	III		
Calidad	Mediana		
Características	Aguas moderadamente contaminadas		
Color			

Fuente: Adaptado de (Rodríguez, 2016)

La tabla 6, muestra los resultados de la metodología del índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) o índice de sensibilidad de macroinvertebrados acuáticos de los ríos Daule y Puyo.

Tabla 6. Comparación de los índices Biological Monitoring Working Party IBMWP de los ríos Daule y Puyo.

Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)		
	Río Daule	Río Puyo
Clase	IV	III
Calidad	Mala	Mediana
WQI (índice de calidad de agua)	38	67
Significado	Agua muy contaminada	Agua medianamente contaminada
Color	Marrón	Amarillo

Fuente: Autores

Comparando los resultados de las tesis de (Rodríguez, 2016) y (Tamayo, 2018) en el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se determina que el agua del río Puyo es de mejor calidad en comparación a la del río Daule

Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua río Daule y río Puyo comparados con la legislación vigente.

Parámetros	Expresados como	Unidad	CRITERIOS DE CALIDAD- LMP, ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A										
			Valores de los parámetros del rio Daule	Valores de los parámetros del rio Puyo	Consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional)	Río Daule cumple	Río Puyo cumple	Preservación de la vida acuática y silvestre	Río Daule cumple	Río Puyo cumple	Aguas para riego agrícola	Río Daule cumple	Río Puyo cumple
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de pH	7,3	7		SI	SI	6,5 – 9,0	SI	SI	**6,0 – 9,0**	SI	SI
Temperatura	oC		26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Biológica de Oxigeno 5	D.B.O5	mg/L	1,92	5,1	<2	SI	NO	20	SI	SI	-	-	-
Demanda Química de Oxigeno	D.Q.O	mg/L	11,58	9,67	<4	NO	NO	40	SI	SI	-	-	-
Oxígeno disuelto	O.D.	% de saturación	44,04	-	-	-	-	>80,0	NO	-	-	-	-
Oxígeno disuelto*	O.D.	mg/L	3,82	7,62	-	-	-	-	-	-	**3**	NO	NO
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L^{-1}	4,62	2,3	-	-	-	Max. Incremento 10% de la condición natural	SI	SI	-	-	-
Sulfatos		mg/L^{-1}	6,1	8	500	SI	SI	-	-	-	**250**	SI	SI
Nitratos	NO3	mg/l	6,65	0,6	50	SI	SI	13	SI	SI	-	-	-
Coliformes fecales	**NMP**	**NMP/100ml**	86,66	707	**1000**	SI	SI	-	-	-	**1000**	SI	SI

Fuente: Autores

En la tabla 7, se muestra la comparación de los estudios realizados por (Tamayo, 2018) y (Rodríguez, 2016) en base a los límites máximos permisibles para los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua; en donde:

- Resulta que los ríos Daule y Puyo no cumplen con la Demanda Química de Oxígeno (DQO) porque sus valores son de 11,58 y 9,67 mayores al valor <4 según la norma vigente para consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional).
- A su vez el río Puyo no cumple con la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO) puesto que su valor es de 5,1 mayor al valor <2 según la norma vigente para consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional).
- El río Daule no cumple en el parámetro de Oxígeno Disuelto (OD, % de saturación, porque tiene un valor de 44,04; en el río Puyo no se presenta un valor para este parámetro para la preservación de la vida acuática y silvestre,
- Para las actividades de aguas de riego agrícola, ambos ríos no cumplen con el parámetro Oxígeno Disuelto (OD, mg/L) puesto que son mayores a 3.

Análisis comparativo de los parámetros: Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes fecales, Oxígeno disuelto (OD) de los ríos Daule y Puyo con la normativa vigente.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) del río Daule tiene un valor de 11,58 que resulta ser más elevado que el del río Puyo con un valor de 9,67; debido a las descargas de aguas de las industrias que presentan mayor contaminación por materia orgánica.

En el parámetro de coliformes fecales ambos cumplen con la norma para los tres criterios de calidad, pero se observa una alta diferencia en los valores, el río Daule tiene un valor de 86,66 en comparación al río Puyo que tiene un valor de 707, debido a que existen descargas de aguas servidas.

En cuanto al parámetro Oxígeno Disuelto (mg/l) el río Puyo tiene un valor 7,62 y río Daule tiene un valor de 3,82, como consecuencia de los aumentos en la temperatura del agua, florecimiento de algas, desechos humanos y desechos de animales.

Según los datos obtenidos por (Sucoshañay-Villalba, Abril-Saltos, Rodríguez-Badillo, Rios-Rodríguez, & Armas-Chugcho, 2017) se evidencia que el parámetro de Coliformes fecales se encuentra alto, por actividades agrícolas y pecuarias.

CONCLUSIONES

- Mediante la evaluación y análisis de la metodología para la calidad del agua, se determina que el método de Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), es el más adecuado para dar a conocer el Índice de la calidad de agua (WQI) por que permite establecer si el agua del río está contaminada o no.
- El río Daule tiene un índice de calidad de agua de 38 lo que indica que es de calidad mala y presenta aguas contaminadas mientras que en el río Puyo su índice es de 67 lo que significa que su agua es de calidad mediana y presenta menor contaminación respecto al otro.
- El resultado de la comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los límites máximos permisibles de los dos ríos, muestran valores dentro del rango establecido en la tabla del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) del Acuerdo Ministerial 097, para los tres criterios de calidad que son: consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional), preservación de la vida acuática y silvestre y aguas para riego agrícola en cuanto a los parámetros: potencial de hidrógeno, sulfatos, nitratos y coliformes fecales. Los parámetros que se encuentran fuera del rango establecido son: Demanda Química de Oxígeno en cuanto al criterio de Consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional) y el Oxígeno disuelto, para el criterio de Preservación de la vida acuática y silvestre y Aguas para riego agrícola.
- Como resultado del análisis comparativo se determina que la calidad del agua de la cuenca hidrográfica del río Puyo es mejor que la cuenca hidrográfica del río Daule.

REFERENCIAS

(MAE), M. d. (2020). *Ecuador se convierte en el noveno país en ratificar el Acuerdo de Escazú*. Obtenido de Boletín Nº 076: https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-se-convierte-en-el-noveno-pais-en-ratificar-el-acuerdo-de-escazu/

Abril, R. (7 de Mayo de 2021). *Calidad de agua del río Puyo y afluentes, Pastaza, Ecuador.*Obtenido de http://www.revistatyca.org.mx/index.php/tyca/article/view/2114/2333

AQUAE FUNDACIÓN. (2021). *¿Cuál es la calidad perfecta del agua?* Recuperado el 02 de Junio de 2021, de https://www.fundacionaquae.org/calidad-agua/

Barber, H. M. (2008). Global diversity of mayflies (Ephemeroptera, Insecta). *FRESHWATER ANIMAL DIVERSITY ASSESSMENT*, 1. Obtenido de http://www.ephemeroptera-galactica.com/pubs/pub_b/pubbarberh2008p339.pdf

Custodio, M., & Chanamé, F. (2016). Análisis de la biodiversidad de macroinvertebrados bentónicos del río Cunas mediante indicadores ambientales, Junín-Perú. *Scientia Agropecuaria*, 33-44. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172016000100004&script=sci_abstract

Gómez, E. B. (16 de Noviembre de 2016). Calidad del Agua. *BIBLIOTECA DEL CONGRESO NACIONAL DE CHILE*. Obtenido de https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf

Gutiérrez. (2010). Plecoptera. *Biologia Tropical*, 1. Obtenido de https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/20085/20287

Jimenez, G. (2013). *CARACTERIZACIÓN DE BIOTA ACUÁTICA EN EL CURSO MEDIO DEL RÍO PUYO COMO INDICADORES DE]Tesis de grado,UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA]*. Repositorio Institucional, Puyo. Obtenido de https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/136/T.AMB.B.UEA.%203053?sequence=1&isAllowed=y

Navarrete, J. P. (2013). *Estudio de las aguas y sedimientos del río Daule, en la provincia de Guayas, desde el punto de vista fisicoquímico, orgánico, bacteriológico y toxicológico.* Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=88929

Raffino, M. E. (15 de julio de 2021). *MÉTODOS DE SEPARACIÓN DE MEZCLAS*. Obtenido de https://concepto.de/metodos-de-separacion-de-mezclas/

Rodríguez, J. (2016). *Evaluación de la calidad de agua del río Puyo (sector malecón Buayacu) mediante la identificación de macro invertebrados y análisis físico-químico, y microbiológico, para proponer un plan de manejo ambiental [Tesis de grado,UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA]*. Repositorio Institucional, Loja , Ecuador. Obtenido de Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador: https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/17979/1/Tesis%20Lista%20Jefferson.pdf

Springer, M. (2006). 273Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 54 (Suppl. 1): 273-286, September 2006Clave taxonómica para larvas de las familias del orden Trichoptera (Insecta) de Costa Rica. *Biologi Tropical*, 1.

Sucoshañay-Villalba, D. J., Abril-Saltos, R. V., Rodríguez-Badillo, L. M., Rios-Rodríguez, F. A., & Armas-Chugcho, P. A. (2017). *Evaluación De La Calidad De Las Aguas De Los Diques Turísticos En La Subcuenca Del Río Puyo, Mediante El Uso Del Icatest V1.0.* Obtenido de https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n8p260

Tamayo, G. (2018). *Relación entre la calidad del agua del río Daule y la población de macroinvertebrados en los órdenes ephemeroptera, plecóptera y trichoptera, como bioindicadores[Tesis de maestria,UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO]*. Repositorio Institucional, QUEVEDO, ECUADOR. Obtenido de Proyecto de Maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5011/1/T-UTEQ-002.pdf

Valdivieso, A. (Junio de 2021). *iagua*. Recuperado el 02 de Junio de 2021, de https://www.iagua.es/respuestas/tipos-contaminantes-agua

Zambrano, C. (2015). *CONTAMINACIÓN BACTERIANA EN EL RÍO DAULE; EL CASO DEL CANTÓN PALESTINA, ECUADOR*. Obtenido de Trabajo de titulación, Universidad de especialidades Espíritu Santo, Guayaquil, Ecuador: http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2202/1/Carlos%20Zambrano%20Alvarez%202015.pdf

Zarza, L. F. (Junio de 2021). *iagua*. Recuperado el 02 de Junio de 2021, de https://www.iagua.es/respuestas/cuales-son-caracteristicas-fisicas-y-quimicas-agua

ANEXOS

1. MARCO TÉORICO

1.1.Antecedentes

Para ambas cuencas hidrográficas se determina que sus principales fuentes contaminantes son las descargas de residuos domésticos, agrícolas e industriales, pero difieren en la cantidad puesto que existe mayor comercio y población en la región en donde se ubica el río Daule que en la del río Puyo. Con el análisis de la evaluación de la calidad de agua del río Daule por (Tamayo, 2018) y del río Puyo por (Rodríguez, 2016), en sus respectivos sectores, se determinó que los rangos de carácter biológico (macroinvertebrados), comparados con los valores del análisis fisicoquímico y microbiológico, coinciden, concluyendo que se encuentra para el río Puyo, agua moderadamente contaminada y para el río Daule, agua fuertemente contaminada.

2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. Cuenca hidrográfica

Es una superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye a través de un sistema de drenaje natural hacia un mismo punto, pasando por desembocadura. Por medio de las divisiones de las cuencas hidrográficas se forman subcuencas. (Valdivieso, 2021).

2.1.1. Deterioro de la calidad del agua

La alteración en la composición física, química o biológica del agua provoca su deterioro, siendo su principal causa la contaminación debido a la demanda y la necesidad de más recursos hídricos sin un adecuado manejo sostenible. (AQUAE FUNDACIÓN, 2021).

2.1.2. Calidad del agua

(Gómez, 2016) Resalta que:

> La calidad del agua, se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares por lo que ha sido asociado principalmente al uso del agua para consumo humano, sin embargo, dependiendo de otros usos también se puede definir la calidad del agua en función de ello.

2.1.3. Características del agua

Físicas

Según (Zarza, 2021) resalta que:

> Desde el punto de vista físico, las propiedades o características del agua son: Su densidad es de 1g/cm^3; amplio margen de temperaturas en fase líquida (0-100º C): su punto de congelación es a 0ºC, mientras que el de ebullición es a 100 °C a nivel del mar; elevada constante dieléctrica: permite la disociación de la mayoría de las sales inorgánicas en su seno y permite que las disoluciones puedan conducir la electricidad; calor específico y calor de vaporización elevados esto hace que el calor liberado en reacciones bioquímicas exotérmicas sea fácilmente absorbido y/o eliminado con pequeña variación de la temperatura del individuo; tensión superficial muy elevada: por ello es pegajosa y elástica

Químicas

Según (Zarza, 2021) menciona "Su fórmula química es H_2O: un átomo de oxígeno ligado a dos de hidrógeno; la molécula del agua tiene carga eléctrica positiva en un lado y negativa en el otro, propiedad que ocasiona que sus moléculas se unan entre sí"

2.2. Principales órdenes de macroinvertebrados comunes.

2.2.1. Ephemeroptera

Como lo menciona (Barber, 2008) "Es el orden de insectos alados más antiguos que existe en la actualidad. Se conocen 42 familias y más de 3.000 especies que habitan todas las regiones biogeográficas excepto la Antártida y algunas islas oceánicas remotas."

2.2.2. Plecoptera

Como lo menciona (Gutiérrez, 2010) "El orden Plecoptera *("Plecos"="Plegar", "Pteros"="Alas"),* conocido como moscas de la piedra, es un grupo relativamente pequeño de insectos. Las ninfas de la región centroamericana se reconocen fácilmente por tener dos cercos terminales, branquias torácicas y un par de uñas en cada pata."

2.2.3. Trichoptera

(Springer, 2006) Resalta que:

> En los ambientes acuáticos especialmente en ríos y quebradas, los Trichoptera juegan un papel importante, tanto en las cadenas alimentarias como reciclaje de nutrientes. Debido a su gran diversidad y el hecho de que las larvas poseen distintos ámbitos de tolerancia y según la familia o el género al que pertenecen, son muy útiles como bioindicadores de calidad de agua y la salud del ecosistema.

3. MARCO LEGAL

(Rodríguez, 2016) Menciona "La presente investigación hace referencia a todas las Leyes y Normas establecidas en el Ecuador, sobre los Recursos Naturales principalmente sobre el recurso agua."

3.1 Constitución de la República del Ecuador

La Reforma en el 2008, de la Constitución de la República del Ecuador, establece artículos de gran importancia para la investigación, en el artículo 12, hace referencia al derecho humano al agua y su gran relevancia por ser fundamental para la vida; el artículo 14, incita a la preservación del ambiente y los ecosistemas para así garantizar el buen vivir, el artículo 32 dispone que, el Estado garantiza el derecho al agua, los ambientes sanos y el buen vivir; teniendo como antecedente estos criterios legales se identifica el grado fundamental que tiene el mantener la calidad de agua adecuado.

En el artículo 83, la responsabilidad de respetar los derechos de la naturaleza y a su vez, preservarla es parte de las ecuatorianas y los ecuatorianos, por lo que el conocimiento del grado de calidad que se informe en el caso de los ríos Daule y Puyo implicarán que tan responsables somos los ecuatorianos con nuestros recursos naturales. Para dar cumplimiento el artículo 264, literal 4 al momento de prestar los servicios públicos de agua potable por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal, es imperativo que se encuentren los cauces hídricos en el caso de Puyo y Daule con una excelente calidad de agua. Mientras en el artículo 411, afirma que el Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y

aprovechamiento del agua.

3.2. Código Orgánico del Ambiente

En el libro preliminar, título II, en el art. 5 hace referencia al derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende en el literal 4. En la conservación, preservación y recuperación de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Por otra parte el libro segundo, título I, en el art. 30 hace referencia a los objetivos del Estado relativos a la biodiversidad en el literal 7. Debe adoptar un enfoque integral y sistémico que considere los aspectos sociales, económicos, y ambientales para la conservación y el uso sostenible de cuencas hidrográficas y de recursos hídricos, en coordinación con la Autoridad Única del Agua.

3.3. Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía Descentralización (COOTAD)

Capítulo IV Del Ejercicio de las Competencias Constitucionales. En el Art. 132 hace referencia a la gestión de cuencas hidrográficas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs). En cuanto a su planificación hídrica con participación de la ciudadanía, especialmente de las juntas de agua potable y de regantes de conformidad con la planificación, regulaciones técnicas y control que esta autoridad establezca para los recursos hídricos, con la finalidad de mantener, conservar y recuperar la cuenca hidrográfica.

3.4. Ley Orgánica de recurso Hídrico usos y Aprovechamiento del Agua

El Artículo 12 hace referencia a la protección y recuperación de las fuentes por parte de los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, así mismo como los consumidores y usuarios, que son corresponsables en la protección y la recuperación de la conservación de fuentes y la administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras. En el artículo 13, se constituyen formas de conservación y protección de fuentes aguas como las zonas de protección hídrica y zonas de restricción. En cuanto al artículo 14, el estado se encargar de regular las actividades que afecte la cantidad y calidad del agua con el fin de equilibrar los ecosistemas que se encuentran en las áreas de protección hídrica de donde se abastece o se capta el agua para el consumo humano y de riego.

4. METODOLOGIAS.

4.1. Índice Biológico ETP (Ephemeropteras, Tricopteras y Plecopteras).

Este análisis se hace mediante el uso de tres grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad del agua porque son más sensibles a los contaminantes. El EPT se refiere a la presencia o ausencia de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera en una comunidad biológica. En general, las especies de estos grupos de insectos son sensibles a las perturbaciones humanas.

Tabla1. Calidad de agua según Índice ETP (Ephemeropteras, Tricopteras y Plecópteras)

Calidad de agua según Índice ETP	
75-100%	Muy buena
50-74%	Buena
25-49%	Regular
0-24%	Mala

Fuente: Adaptado de (Tamayo, 2018)

4.2.Escala índice BMWP (Biological Monitoring Workin Party)

La metodología empleada para evaluar la calidad de agua del río es el índice BMWP (Biological Monitoring Workin Party). El índice se obtiene por la suma de la puntuación correspondiente a cada familia que habita en el tramo sujeto a estudio. Para analizar los resultados numéricos obtenidos se basó en la siguiente tabla:

Tabla 2. Escala índice BMWP (Biological Monitoring Workin Party)

CLASE	CALIDAD	WQI	SIGNIFICADO	COLOR
I	Excelente	91-100	Aguas muy limpias	
II	Buena	71-90	Agua ligeramente contaminada	
III	Mediana	51-70	Agua moderadamente contaminada	
IV	Mala	26-50	Agua muy contaminada	
V	Muy Mala	0-25	Agua fuertemente contaminada	

Fuente: Adaptado de Universidad Autónoma de Madrid (2010) citado por Rodríguez (2016)

Según (Jimenez, 2013)“Científicos han clasificado a cada macroinvertebrados con un número que indica su sensibilidad a los contaminantes. Estos números van del 1 al 10. El 1 indica al menos sensible, y así, gradualmente, hasta el 10”

Tabla 3. Clasificación según la sensibilidad de macroinvertebrados

SENSIBILIDAD	CALIDAD DE AGUA	CALIFICACIÓN
No aceptan contaminantes	Muy buena	9.0 - 10.0
Aceptan muy pocos contaminantes	Buena	7.0 - 8.0
Aceptan pocos contaminantes	Regular	5.0 - 6.0
Aceptan mayor cantidad de contaminantes	Mala	3.0 - 4.0
Aceptan muchos contaminantes	Muy mala	1.0 - 2.0

Fuente: Adaptado de (Carrera & Fierro, 2001)

Tabla 4. Puntuaciones asignadas a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la obtención del BMWP

Odonata: Polythoridae	9-10
Díptera: Blephariceridae; Athericidae	
Ephemeroptera: Heptageniidae	
Plecóptera: Perlidae	
Trichoptera: Lepidostomatidae; Odontoceridae; Hydrobiosidae; Ecnomidae	
Ephemeroptera: Leptophlebiidae	8
Odonata: Cordulegastridae; Corduliidae; Aeshnidae; Perilestidae	
Trichoptera: Limnephilidae; Calamoceratidae; Leptoceridae; Glossosomatidae	
Blattodea: Blaberidae	
Coleoptera: Ptilodactylidae; Psephenidae; Lutrochidae	7
Odonata: Gomphidae; Lestidae; Megapodagrionidae; Protoneuridae;Platysticitidae	
Trichoptera: Philopotamidae	
Crustacea: Talitridae; Gammaridae	
Odonata: Libeliulidae	6
Megaloptera: Corydalidae	
Trichoptera: Hidroptilidae; Polycentropodidae; Xiphocentronidae	
Ephemeroptera: Euthyplociidae; Isonychidae	
Lepidóptera: Pyralidae	5
Trichoptera: Hydropsychidae; Helicopsychidae	
Coleoptera: Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae	
Ephemeroptera: Leptohyphidae; Oligoneuriidae; Polymitarcyidae; Baetidae	
Crustacea: Crustacea	
Tricladida: Turbellaria	
Coleoptera: Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae; Staphylinidae; Dytiscidae; Scirtidae;	4
Díptera: Dixidae; Simulidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae; Sciomyzidae;	

Ceratopogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae	
Hemíptera: Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae; Notonectidae Odonata: Calopterygidae; Coenagrionidae	
Coleoptera: Hydrophilidae	3
Díptera: Psychodidae	
Molusca: Valvatidae; Hydrobiidae; Lymnaeidae; Physidae; Planorbidae; Bithyniidae; Bythinellidae;	
Annelida: Hirudidae; Glossiphonidae; Erpodbellidae	
Crustacea: Asellidae	
Díptera: Chironomidae; Culicidae; Ephydridae	2
Díptera: Syrphidae	1
Oligochaeta	

Fuente: Adaptado de (Rodríguez, 2016)

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

En la tabla 5 se indican los índices máximos permisibles para consumo humano y doméstico, preservación de la vida acuática y silvestre, y aguas para riego agrícola, establecidos por el TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente), Criterios de calidad -LMP, ANEXO 1 LIBRO VI, ACUERDO 097-A.

Tabla 5. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). Resumen de criterios de calidad admisibles para consumo humano y doméstico, preservación de la vida acuática y silvestre, y aguas para riego agrícola.

Parámetros	Expresados Como	Unidad	Consumo humano y doméstico (Tratamiento convencional)	Preservación vida acuática y silvestre	Aguas para riego agrícola
Potencial de Hidrógeno	pH	Unidades de Ph	6,0 – 9,0	6,5 – 9,0	**6,0 – 9,0**
Temperatura	^{o}C		-	-	-
Demanda Biológica de Oxigeno 5	D.B.O5	mg/L	<2	20,0	-
Demanda Química de Oxigeno	D.Q.O	mg/L	<4	40,0	-
Oxígeno disuelto	O.D.	% de saturación	-	>80,0	-
Oxígeno disuelto*	O.D.	mg/L	-	-	**3**
Sólidos Suspendidos	SS	mg/L^{-1}	-	Max. Incremento 10% de la condición natural	-
Sulfatos		mg/L^{-1}	500	-	**250**
Nitratos	NO3	mg/l	50,0	13	-
Coliformes fecales	**NMP**	**NMP/100ml**	**1000**	-	**1000**

Fuente: Adaptado de TULSMA (Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Medio Ambiente), Criterios de calidad -LMP, ANEXO 1 LIBRO VI, ACUERDO 097-A