

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos
BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca
– Huánuco – 2025”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Orihuela Tadeo, Jampier Antony

ASESOR: Chahua Garcia, Niler Rosario.

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis (x)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Disciplina: Ingeniería Ambiental, Geología

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (x)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71734533

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46905368

Grado/Título: Maestro en educación, mención:
investigación y docencia superior

Código ORCID: 0000-0003-3517-5751

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofia	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 18 del mes de diciembre del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2838-2025-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca - Huánuco - 2025"**, presentado por el (la) Bach. **ORIHUELA TADEO, JAMPIER ANTONY** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) aprobado Por una mayoría con el calificativo cuantitativo de 10 y cualitativo de muy bueno (Art. 47)

Siendo las 16:00 horas del día 18 del mes de diciembre del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente


Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia
DNI: 46378040
ORCID: 0000-0002-3013-8532
Secretario


Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JAMPIER ORIHUELA TADEO, de la investigación titulada "EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE LOS ÍNDICES BIÓTICOS BMWP, ASPT Y EPT EN EL RÍO HUANCACHUPA, DISTRITO DE PILLCO MARCA - HUÁNUCO - 2025", con asesor(a) NILER ROSARIO CHAHUA GARCIA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0293-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 12 de diciembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

2. Jampier Antony ORIHUELA TADEO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	11%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	dspace.esPOCH.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por ser fuente constante de fuerza y guía a lo largo de este proceso.

A quienes caminaron conmigo, aun en silencio.

A mis padres, por ser mi raíz y mi refugio. A ustedes, que con paciencia, amor y confianza me sostuvieron en cada paso de este recorrido.

A mis amistades sinceras, que supieron darme aliento en los días grises y celebrar conmigo los pequeños logros.

A mí, por mantenerme firme cuando las dificultades parecían mayores que mis fuerzas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco sinceramente al Mg. Chahua Garcia, Niler Rosario por su orientación, dedicación y valioso acompañamiento durante el desarrollo de esta investigación. Su guía fue clave para la concreción de este proyecto de investigación.

Hago extensivo mi agradecimiento a mis compañeros de estudios, por su constante colaboración y por los enriquecedores diálogos que contribuyeron significativamente al desarrollo de esta tesis.

A mis seres queridos y amistades, especialmente a mis padres, por estar siempre presente con su comprensión, paciencia y respaldo incondicional en los momentos más exigentes de este proceso. Su aliento fue una fuente constante de fortaleza.

Asimismo, reconozco a los funcionarios de la municipalidad distrital de Pillco Marca, por brindarme el entorno adecuado y los medios necesarios para llevar a cabo esta investigación. Su apoyo fue fundamental para hacer realidad este proyecto.

A cada uno de ustedes, mi más profundo agradecimiento.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVOS GENERAL	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	15
1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL	16
1.5.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	16
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22

CONCLUSIONES	73
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales	25
Tabla 2 Valor del índice BMWP/Col	30
Tabla 3 Valor del índice ASPT	31
Tabla 4 Valor del índice EPT	33
Tabla 5 Ubicación de los puntos	43
Tabla 6 Resultados del pH	47
Tabla 7 Resultados de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	49
Tabla 8 Resultados del oxígeno disuelto (mg/L)	50
Tabla 9 Resultados de la temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	51
Tabla 10 Resultados del índice BMWP/Col	52
Tabla 11 Resultados del índice ASPT	55
Tabla 12 Resultados del índice EPT	58
Tabla 13 Resultados de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT	62
Tabla 14 Prueba de normalidad	66
Tabla 16 Comparación con el ECA	68
Tabla 17 Correlación de Pearson	69
Tabla 18 Prueba de ANOVA	70

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Representa Baetidae.....	28
Figura 2 Representa Leuctridae	28
Figura 3 Representa Tubificidae	29
Figura 4 Resultados de los índices bióticos y parámetros fisicoquímicos....	45
Figura 5 Niveles de pH en los puntos de muestreo del rio Huancachupa....	48
Figura 6 Niveles de conductividad eléctrica (µS/cm)	49
Figura 7 Niveles de oxígeno disuelto (mg/L)	50
Figura 8 Niveles de oxígeno disuelto (mg/L)	51
Figura 9 Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 1	53
Figura 10 Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 2	53
Figura 11 Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 3	54
Figura 12 Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 4	54
Figura 13 Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 5	55
Figura 14 Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 1.....	56
Figura 15 Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 2.....	56
Figura 16 Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 3.....	57
Figura 17 Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 4.....	57
Figura 18 Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 5.....	58
Figura 19 Valores obtenidos del índice EPT en el punto 1	59
Figura 20 Valores obtenidos del índice EPT en el punto 2	60
Figura 21 Valores obtenidos del índice EPT en el punto 3	60
Figura 22 Valores obtenidos del índice EPT en el punto 4	61
Figura 23 Valores obtenidos del índice EPT en el punto 5	61
Figura 24 Resultados promedio con el índice BMWP/col	63
Figura 25 Resultados promedio con el índice ASPT	64
Figura 26 Resultados promedio con el índice EPT	65
Figura 27 Correlación de Pearson.....	67

RESUMEN

La tesis titulada “Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.” Se planteó como **objetivo** Evaluar la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025, La investigación contribuyó a la sociedad con saberes teóricos y aplicados relacionados con la calidad del agua, considerando a los macroinvertebrados acuáticos como eje de evaluación. El estudio se sustentó en antecedentes afines desarrollados en contextos internacionales, nacionales y locales, con la finalidad de respaldar y contextualizar nuestro trabajo. Asimismo, la presente investigación adoptó un enfoque descriptivo y correlacional, empleando una muestra conformada por 5 estaciones de monitoreo, cada una con 3 réplicas, llevadas a cabo dentro de la microcuenca del río Huancachupa, en el distrito de Pillco Marca; de acuerdo con el análisis efectuado, se obtuvieron resultados que fueron examinados mediante tablas estadísticas y representaciones gráficas, concluyendo que, a través de la evaluación de los índices biológicos en los macroinvertebrados acuáticos evidenciaron variaciones espaciales en la calidad del agua: el punto 4 presentó mejores condiciones ecológicas, con valores de BMWP/Col (71), ASPT (5.07) y EPT (59%), correspondientes a una calidad aceptable o buena, mientras que los puntos 1, 2 y 3 mostraron valores críticos o muy críticos, reflejando un deterioro ambiental asociado a vertimientos domésticos y actividades agrícolas y analizando los parámetros fisicoquímicos que por lo general, permanecen dentro de los rangos establecidos por la normativa, aunque el oxígeno disuelto mostró niveles reducidos en ciertos tramos. Se concluye que, el río Huancachupa presenta una calidad de agua fluctuante, con sectores influenciados por actividades humanas, lo que resalta la necesidad de fortalecer el monitoreo biológico y la gestión ambiental. Además, los resultados cumplen adecuadamente los estándares de la categoría 3 para riego y consumo animal establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM vigente.

Palabras clave: Calidad del agua, Macroinvertebrados bentónicos, Índice BMWP, ASPT, EPT, Río Huancachupa.

ABSTRACT

The thesis entitled “Water Quality Assessment Using the Biotic Indices BMWP, ASPT, and EPT in the Huancachupa River, Pillco Marca District – Huánuco – 2025” aimed to evaluate water quality using the biotic indices BMWP, ASPT, and EPT in the Huancachupa River, Pillco Marca District – Huánuco – 2025. The research contributed to society with theoretical and applied knowledge related to water quality, considering aquatic macroinvertebrates as the central focus of the assessment. The study was based on related research developed in international, national, and local contexts to support and contextualize our work. Furthermore, this research adopted a descriptive and correlational approach, using a sample of five monitoring stations, each with three replicates, located within the Huancachupa River micro-basin in the Pillco Marca district. The analysis yielded results that were examined using statistical tables and graphical representations, concluding that the evaluation of biological indices in aquatic macroinvertebrates revealed spatial variations in water quality: station 4 showed the best ecological conditions, with BMWP/Col values of 71, ASPT of 5.07, and EPT of 59%, corresponding to acceptable or good quality, while points 1, 2, and 3 showed critical or very critical values, reflecting environmental deterioration associated with domestic wastewater and agricultural activities. The physicochemical parameters generally remained within the ranges established by regulations, although dissolved oxygen showed reduced levels in certain sections. It is concluded that the Huancachupa River presents fluctuating water quality, with sections influenced by human activities, highlighting the need to strengthen biological monitoring and environmental management. Furthermore, the results adequately meet the Category 3 standards for irrigation and animal consumption established in Supreme Decree No. 004-2017-MINAM.

Keyword: Water quality, benthic macroinvertebrates, BMWP index, ASPT, EPT, Huancachupa River

INTRODUCCIÓN

El río Huancachupa, situado en el distrito de Pillco Marca, cumple un papel importante para la población local; No obstante, en los últimos años el río ha sido comprometido por vertimientos de aguas residuales, acumulación de desechos y prácticas agrícolas que modifican su calidad original. Esta problemática no solo deteriora el ecosistema, sino que también implica un riesgo para la población que utiliza el río para diversas actividades. Además, la mayoría de evaluaciones realizadas en la zona se basan únicamente en análisis fisicoquímicos, los cuales no siempre muestran el estado real del ambiente, pues sus valores pueden variar en poco tiempo.

Por ello, es necesario complementar estas mediciones con métodos biológicos. En la presente investigación se emplearon los índices BMWP, ASPT y EPT, los cuales evalúan a los macroinvertebrados acuáticos, organismos altamente sensibles a las variaciones en la calidad del agua y sumamente eficaces para detectar distintos grados de contaminación. Su aplicación en el río Huancachupa proporciona información más integral y fiable, indispensable para orientar la gestión ambiental y sustentar decisiones orientadas a la conservación de este recurso hídrico.

El objetivo principal de la investigación fue evaluar la calidad del agua del río Huancachupa mediante la aplicación de tres índices bióticos, complementando este análisis con la comparación de los resultados con los parámetros del Estandar de Calidad Ambiental para la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales). De manera general, los resultados mostraron diferencias claras entre los puntos evaluados: el punto 4 presentó mejores condiciones ecológicas, mientras que los puntos 1, 2 y 3 reflejaron estados críticos, probablemente influidos por zonas urbanas y agrícolas cercanas. Si bien la mayor parte de los parámetros físico-químicos se mantuvo dentro de los niveles determinados, en algunos sectores se registraron niveles bajos de oxígeno disuelto, lo cual confirma la presencia de impactos ambientales. Estos resultados evidencian la utilidad de los índices bióticos para obtener un diagnóstico más completo y resaltan la importancia de fortalecer el monitoreo ecológico en la zona.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A escala global, la contaminación de las aguas continentales se ha consolidado como una de las amenazas más críticas para el ambiente y la salud pública. El desarrollo industrial, las prácticas agrícolas y la expansión urbana sin planificación han aumentado la presencia de sustancias físicas, químicas y biológicas que deterioran los recursos hídricos. Se estima que alrededor del 80% de las aguas residuales generadas en el mundo son descargadas sin un tratamiento adecuado, afectando no solo la calidad del recurso hídrico, sino también la integridad de la biodiversidad acuática. Ante este panorama, los índices bióticos acuáticos han adquirido protagonismo como herramientas eficaces y sostenibles para evaluar la calidad ecológica de los ambientes acuáticos, ya que reflejan los efectos acumulativos de la contaminación sobre las comunidades biológicas (ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS , 2023)

En el Perú, los ríos se ven afectados por la descarga de residuos domésticos, industriales, mineros y agrícolas sin tratamiento adecuado. De acuerdo a la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2022), numerosos sistemas hídricos muestran presencia de metales pesados, bacterias fecales y concentraciones elevadas de nutrientes. A pesar de esta situación, el monitoreo de la calidad del agua aún se basa mayormente en análisis fisicoquímicos, lo que limita una evaluación integral del estado ecológico. Se destacan las necesidades urgentes de incorporar metodologías bioindicadoras, como los índices bióticos basados en macroinvertebrados, para mejorar la gestión ambiental en el país. Estos enfoques ya han sido validados en otras regiones andinas y pueden ser adaptados a la realidad peruana (Hernández, 2024)

En la región Huánuco, y particularmente en el distrito de Pillco Marca, ríos como el Huancachupa muestran claros signos de deterioro ambiental, producto del vertido de aguas residuales domésticas, actividades agrícolas y

expansión urbana sin planificación (Gobierno Regional Huánuco, 2018) y estudios de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán (UNHEVAL) indican que numerosos cuerpos de agua sufren contaminación orgánica y bajos niveles de oxígeno disuelto. Sin embargo, faltan análisis actuales basados en indicadores biológicos, lo que limita una evaluación precisa y restringe la capacidad de las autoridades para responder al deterioro ambiental creciente en la región afectada actualmente

Esta investigación se realizó con el propósito de generar información científica sólida sobre la condición ecológica del agua del río Huancachupa, empleando los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT sustentados en el análisis de macroinvertebrados bentónicos. En ese periodo, el río mostraba evidentes signos de deterioro debido a descargas domésticas, acumulación de residuos y actividades agrícolas, situación que afectaba la biodiversidad, comprometía la salud pública y alteraba el equilibrio del ecosistema.

A pesar de esta situación, no existen estudios recientes que apliquen un enfoque bioecológico para evaluar el estado del río. Las evaluaciones anteriores, en su mayoría, se han restringido al estudio fisicoquímico del agua, lo que no permite representar de manera adecuada los impactos acumulativos ni la dinámica ecológica del sistema. En consecuencia, esta investigación pretende subsanar dicho vacío técnico y científico.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Huancachupa cumplen con lo establecido en el estándar de calidad ambiental del agua, para la categoría 3 para Riego de vegetales y bebida de animales, en el distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025?

¿Cuál es la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el distrito de Pillco Marca – Huánuco - 2025?

¿Existen diferencias de calidad de agua entre los distintos puntos de muestreo a lo largo del río Huancachupa, según los resultados obtenidos con los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT?

1.3. OBJETIVOS GENERAL

Evaluar la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Huancachupa cumplen con lo establecido en el estándar de calidad ambiental del agua, para la categoría 3 para Riego de vegetales y bebida de animales, en el distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Determinar la calidad del agua según la interpretación de cada índice biótico BMWP, ASPT y EPT en el distrito de Pillco Marca – Huánuco - 2025.

Comparar los resultados obtenidos entre distintos puntos de muestreo a lo largo del río Huancachupa, según los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Desde la perspectiva ambiental, esta investigación tuvo el propósito analizar el estado ecológico del río Huancachupa, un cuerpo de agua que anteriormente cumplía un papel importante en el equilibrio natural de su entorno. Este río servía como refugio para diversas especies acuáticas, entre ellas los macroinvertebrados bentónicos, cuyos grupos responden de manera sensible a cualquier variación en la calidad del agua. En este escenario, la ausencia de investigaciones sustentadas en bioindicadores restringía la comprensión auténtica del grado de alteración que comprometía al ecosistema. Por esa razón, el

uso de índices bióticos se consideró una herramienta fundamental, ya que permitió reconocer impactos persistentes, ubicar áreas deterioradas y ofrecer información científica que respaldara futuras acciones de conservación con un enfoque ecológico más adecuado.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En el ámbito social, el deterioro del río Huancachupa incidía de manera directa en las condiciones de vida de las familias que residían en su entorno. Las personas de la zona recurrían a este recurso para realizar actividades domésticas, recreativas e incluso, en ciertos casos, para usos que implican contacto indirecto con el agua. La presencia de contaminantes que no podían ser detectados fácilmente mediante evaluaciones convencionales constituía un riesgo silencioso para la salud pública. Por ello, con esta investigación se pretendió aportar información clara y comprensible que permitiera informar oportunamente a los habitantes sobre el verdadero estado del agua y fomentar una mayor conciencia y participación en el cuidado del medio ambiente.

1.5.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Desde la perspectiva económica, el estado del agua influía directamente en la continuidad de actividades productivas como la agricultura, la acuicultura, el turismo y el abastecimiento de agua para uso humano. Cuando un ecosistema se encontraba deteriorado, era necesario invertir más en tratamientos, además de perderse beneficios ambientales y disminuir el valor natural del área. En este sentido, la investigación contribuyó a un análisis más completo a largo plazo, pues al identificar sectores afectados mediante indicadores biológicos, fue posible proponer intervenciones más precisas y evitar gastos innecesarios. Asimismo, el uso de macroinvertebrados como método de evaluación representó una alternativa económica y eficiente, lo cual reforzó su utilidad en zonas donde los recursos eran limitados.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación, dirigida a evaluar la calidad del agua del río Huancachupa mediante los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT, presenta diversas limitaciones que fueron consideradas al momento de interpretar los resultados. Una de las más relevantes estuvo vinculada al periodo en el que se llevó a cabo el muestreo. Como el trabajo de campo se desarrolló únicamente durante la temporada seca, las condiciones del caudal y el comportamiento de los macroinvertebrados bentónicos fueron diferentes a los que podrían observarse en otras épocas del año. Por ello, los resultados obtenidos solo representaron la situación del río en ese momento específico y no reflejan necesariamente su dinámica ecológica a lo largo de todo el año.

Otra limitación del estudio estuvo relacionada con las características físicas del área evaluada. En distintos sectores del río Huancachupa, el acceso resultó complicado debido a la presencia de vegetación espesa, acumulación de desechos, pendientes pronunciadas y zonas alteradas por actividades humanas. Estas condiciones dificultaron la obtención ordenada de muestras y redujeron la cobertura espacial inicialmente planificada, lo que pudo disminuir la representatividad del trabajo realizado.

Asimismo, se asumió como limitación la identificación taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos, ya que la confiabilidad de los índices bióticos dependía en gran medida de una clasificación precisa, al menos a nivel de familia. No obstante, la ausencia de especialistas, la falta de guías de identificación actualizadas y la limitada disponibilidad de equipos adecuados en el entorno local pudieron influir en la exactitud de la determinación biológica y, por lo tanto, en los resultados finales.

También, se reconoció la influencia de actividades humanas durante el trabajo de campo. Intervenciones como la descarga de efluentes domésticos, la proximidad de personas o equipos mecánicos al sector de muestreo, así como alteraciones transitorias en el flujo del cauce, pudieron influir en la representatividad de los datos obtenidos. Estos factores generaron posibles alteraciones en las muestras recolectadas.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN1

El estudio resultó viable desde los aspectos técnicos, académicos y operativos, debido a que se ejecutó bajo una planificación adecuada, con los recursos indispensables y mediante un procedimiento accesible y de bajo costo. La metodología aplicada, basada en los índices biológicos BMWP/Col, ASPT y EPT, cuenta con un sólido respaldo y aceptación a nivel internacional por su eficacia en la determinación del estado ecológico de ríos y quebradas. Estos métodos se fundamentan esencialmente en la recolección de muestras en campo y en el examen taxonómico de los macroinvertebrados obtenidos, lo que posibilitó su implementación sin requerir equipamiento altamente sofisticado.

En el plano logístico, la ejecución del estudio se llevó a cabo en el río Huancachupa, situado en el distrito de Pillco Marca - Huánuco, un espacio cercano y de fácil ingreso para el equipo de investigación. Esta ubicación facilita los traslados hacia las estaciones de muestreo, favoreciendo la recopilación constante de información y el seguimiento del proceso.

Desde el ámbito académico, el proyecto fue completamente realizable dentro del tiempo establecido, pues se ajustó al cronograma oficial para tesis de pregrado. Del mismo modo, se tuvo acceso a literatura científica actual, artículos especializados y trabajos previos relacionados, lo cual facilitó la construcción del marco teórico y la interpretación de los hallazgos obtenidos.

En lo referente a los aspectos éticos y normativos, la investigación no generó impactos negativos en el entorno natural, ya que la toma de muestras siguió protocolos estandarizados que redujeron la intervención sobre el ecosistema. Además, se respetaron las disposiciones locales y, cuando fue necesario, se coordinó con los actores comunitarios involucrados.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Torrentes, (2021) En su estudio título “*Aplicación de tres índices bióticos en el río San Juan, Andes, Colombia*”, se planteó como objetivo Evaluar la calidad biológica del agua del río San Juan, en los Andes colombianos, mediante la aplicación de tres índices bióticos, respecto al método aplicado, la investigación se llevó a cabo en los meses de febrero, mayo, agosto y octubre del año 2021, periodo en el que se efectuó la evaluación del río San Juan. Se definieron seis estaciones para la toma de muestras de agua y de macroinvertebrados, insumos empleados en los análisis fisicoquímicos e hidrobiológicos. Asimismo, se implementaron y en ciertos casos se ajustaron los índices EPT, BMWP/Col y ASPT, fundamentados en la estructura y sensibilidad ecológica de los macroinvertebrados recolectados. Los resultados obtenidos de las variables fisicoquímicas y los índices bióticos evidencian que las estaciones E1 y E2 registran los niveles más bajos de alteración, mientras que en los demás puntos de muestreo la calidad del agua se reduce de manera notoria, principalmente por las actividades económicas desarrolladas en la zona y debido a su cercanía con la zona urbana del municipio de Andes. De los tres índices utilizados, el ASPT adaptado al río San Juan presentó la correspondencia más sólida con las condiciones ambientales, ya que reflejó con mayor precisión los rasgos de los macroinvertebrados acuáticos recolectados y examinados en el sector evaluado.

Mosquera, (2021) su proyecto titulado “*Evaluación de la calidad del agua de un río tropical usando índices bióticos, fisicoquímicos y de diversidad Colombia*” tuvo como objetivo general fue, Evaluar la calidad del agua de un río tropical usando índices bióticos, fisicoquímicos y de diversidad, El estudio examinó el comportamiento de diversos índices

sustentados en macroinvertebrados para valorar la condición del agua en el tramo medio-bajo del río Jordán, localizado en el municipio de Jamundí (Colombia). Para el estudio se definieron tres estaciones de muestreo: E1 (1173 m s. n. m.), E2 (1069 m s. n. m.) y E3 (1019 m s. n. m.). En cada punto se recolectaron macroinvertebrados presentes en sustratos como grava, bolos y macrófitas ($n = 15$) y, paralelamente, se midieron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con el mismo número de registros ($n = 15$). Además, se aplicaron los índices ICA-NSF, BMWP/Univalle, ASPT y EPT, junto con los índices de diversidad de Shannon-Weaver, Margalef y Simpson. Para analizar la relación entre las condiciones ambientales y la composición biológica se utilizó la correlación de Spearman. Los resultados indicaron que el índice ICA-NSF no presentó variaciones significativas entre estaciones ni entre periodos muestreados, ubicando la calidad del agua entre “regular” y “excelente”. En cuanto a la diversidad, E1 registró mayor riqueza y uniformidad de taxa. El BMWP/Univalle evidenció la influencia de las actividades en la subcuenca del río Jordán, calificando E1 como “Buena”, E2 como “Aceptable” y E3 como “Dudosa”. Finalmente, las variables que más influyeron en los patrones de diversidad fueron la DBO_5 y los coliformes totales, asociadas principalmente a procesos de contaminación orgánica. En conjunto, los índices aplicados coinciden en que la mejor condición del agua se registra en E1, donde la presión antrópica es considerablemente menor.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Manuel, (2020) En su título “*Calidad del agua de las cuencas de Huacamaranga y Tres Cruces mediante los índices de diversidad, equidad, BMWP/Col, EPT y algunos parámetros físicos-químicos - La Libertad – Perú - 2020*”, tuvo como objetivo determinar la calidad del agua de las cuencas de Huacamaranga y Tres Cruces mediante los índices de diversidad, equidad, BMWP/Col, ETP y algunos parámetros físicos químicos - La Libertad – Perú - 2020. Las aplicaciones de esta metodología en países europeos han permitido comprender con

precisión el estado ecológico de diversos sistemas acuáticos, lo que ha contribuido a su notable recuperación en las últimas décadas. A partir de estos avances, se evaluó la calidad del agua mediante el BMWP/Col, obteniéndose en la cuenca de Huacamaranga rangos que oscilaron entre “Crítica” y “Muy buena”, mientras que en Tres Cruces las categorías fluctuaron entre “Crítica” y “Aceptable”. Por otro lado, el índice EPT mostró que Huacamaranga presentó condiciones entre “Muy mala” y “Buena”, y la cuenca Tres Cruces varió desde “Muy buena” hasta “Mala”, Asimismo los resultados al ser analizar los datos junto con el índice de diversidad de Shannon-Wiener, se observó que en la cuenca de Huacamaranga los valores fluctuaron entre 1.392 y 2.247, mientras que en Tres Cruces oscilaron entre 0.8305 y 2.469, lo cual reflejó niveles de calidad que fueron desde “contaminación moderada” hasta “contaminación severa”. En ese marco, el estudio tuvo como propósito caracterizar la calidad del agua en ambas cuencas empleando indicadores de diversidad y equidad, los índices BMWP/Col y EPT, además de parámetros físico-químicos relevantes, en el ámbito del distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco, La Libertad, durante el año 2020”

Ynfante Valle, (2025) En su título *“Calidad del agua del río cantange mediante la presencia de macroinvertebrados bentónicos y su relación con los parámetros fisicoquímicos en temporada seca y lluviosa”*, El estudio se centró en evaluar la calidad del agua del río Cantange a través del análisis de macroinvertebrados bentónicos y su relación con distintos parámetros fisicoquímicos, considerando ocho estaciones de muestreo durante las temporadas seca y de lluvia. Para medir la calidad del agua se aplicaron índices de sensibilidad como Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT), el Biological Monitoring Working Party (BMWP/Col) y el Average Score per Taxon (ASPT). Paralelamente, se midieron características fisicoquímicas como temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto, nitratos, sulfatos, DBO y caudal. Los resultados mostraron un total de 332 individuos de macroinvertebrados, distribuidos en 3 clases, 9

órdenes y 24 familias. De acuerdo con los índices EPT, BMWP/Col y ASPT, la mayoría de los puntos presentan una calidad del agua considerada entre dudosa y aceptable en ambas estaciones. Los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites establecidos por el D.S. N°004-2017-MINAM, ECA categoría 4 (conservación del ambiente acuático), subcategoría E2 para ríos de costa y sierra. El coeficiente de determinación ajustado ($R^2 = 0.765$) evidenció una relación positiva y significativa entre los macroinvertebrados bentónicos y los parámetros fisicoquímicos, destacando el oxígeno disuelto como el factor más determinante ($p = 0.003$). En conclusión, la presencia y abundancia de macroinvertebrados bentónicos se ve directamente influenciada por las condiciones fisicoquímicas del río.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Alegría, (2022) En su investigación titulada “*Determinación de la relación entre las propiedades fisicoquímicas del agua y macroinvertebrados acuáticos - Santa Carmen*”, planteó como objetivo, Determinar la relación entre las propiedades fisicoquímicas del agua y la población de macroinvertebrados acuáticos de la microcuenca Santa Carmen, En este estudio se empleó una metodología detallada que permitió identificar cinco puntos de muestreo, en donde se obtuvieron muestras de agua para determinar los parámetros fisicoquímicos. La recolección de macroinvertebrados se realizó mediante la técnica de recolección manual para determinar los índices de Shannon-Weaver, BMWP/Col, ASPT y EPT, así establecer el vínculo entre ambas variables. Los parámetros fisicoquímicos que se determinaron fueron Temperatura, pH, conductividad eléctrica, OD, DBO, STD, PO₄ - 3, turbidez y coliformes fecales, presentando variaciones en ambos periodos de muestreo. En las etapas de muestreo se registró 743 individuos, 5 clases, 12 órdenes y 37 familias de macroinvertebrados. Como resultado se dio que el índice BMWP/Col en ambos periodos la calidad del agua varía entre BUENA y ACEPTABLE, el índice ASPT

entre ACEPTABLE y DUDOSA y el índice EPT entre BUENA y REGULAR. En el mes de junio el OD se relaciona positivamente con el índice EPT (0.994), el DBO negativamente con el número de individuos, los índices BMWP/Col y ASPT (-0.903, -0.878, -0.971), el fosfato positivamente con el índice de Shannon (0.894). En el mes de octubre la T° se relaciona positivamente con el número de familias y el índice ASPT (0.979, 0.929), e igual forma los STD (0.958, 0.910).

Alomía, (2017) En su proyecto Titulado “*Evaluación de la Calidad del Agua en la Cuenca Alta del Río Huallaga, Perú*”. El proyecto tuvo como objetivo, determinar la calidad del agua en la cuenca alta del río Huallaga mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores. Para ello, se implementó un muestreo en 12 puntos distribuidos entre La Quinoa (Cerro de Pasco) y la ciudad de Huánuco. Los organismos recolectados fueron clasificados taxonómicamente y se usó el índice BMWP/Col y así estimar la condición ecológica. Los análisis mostraron que la calidad del agua osciló entre niveles aceptables y moderados en la mayoría de las estaciones, aunque en sectores afectados por actividades antrópicas se evidenció una reducción en la riqueza de macroinvertebrados.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. CALIDAD DEL AGUA Y SU IMPORTANCIA ECOLÓGICA

El agua es un elemento fundamental para la vida y para el equilibrio de los ecosistemas. Su calidad está determinada por factores físico-químicos y por las comunidades biológicas presentes. Para una evaluación integral es indispensable incluir bioindicadores, pues muestran los efectos acumulados de la contaminación. En aguas continentales, los macroinvertebrados bentónicos destacan como indicadores sensibles a cambios ambientales y a contaminantes específicos, según Rodríguez, (2021).

- **Dimensiones de la calidad del agua**

La calidad del agua se determina a partir de múltiples parámetros, los cuales pueden agruparse en tres categorías fundamentales:

- **Parámetros físicos:** Estos parámetros abarcan temperatura, color, turbidez y flujo, los cuales afectan la solubilidad del oxígeno, el metabolismo de los organismos y la disponibilidad de hábitats. La temperatura, por ejemplo, regula las tasas de respiración y crecimiento de peces y macroinvertebrados, según Rodríguez (2021), en diversos ecosistemas de agua.
- **Parámetros químicos:** Comprenden el pH, el oxígeno disuelto, la conductividad, nutrientes como nitratos y fosfatos, así como la presencia de metales pesados y sustancias tóxicas, sus variaciones pueden inducir eutrofización o toxicidad, generando impactos severos sobre la biodiversidad acuática en ecosistemas de agua dulce.
- **Parámetros biológicos:** La calidad del agua también se vincula con la composición y variedad de los organismos presentes, como el fitoplancton, los macroinvertebrados y los peces. Estos organismos funcionan como indicadores biológicos, mostrando las condiciones del ambiente a través del tiempo y la resiliencia del ecosistema frente a alteraciones.

- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

La Categoría 3 del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para agua en Perú, establecida en el Decreto Supremo N.º 015-2015-MINAM, se refiere al uso del agua destinada al riego de cultivos (D1) y al consumo de animales (D2). Esta categoría fija concentraciones máximas aceptables de distintos contaminantes, con el fin de resguardar la salud y el entorno, tomando como referencia normas internacionales ajustadas al país.

Tabla 1

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetal	D2: Bebida de animales
FISICO-QUIMICOS			
Potencial de hidrógeno	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
Conductividad	(µS/cm)	2500	5000
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 4	≥ 5
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3

Nota. En la tabla 1 se visualiza el ECA de la Categoría 3 según (MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM), 2017)

- **Funciones ecológicas del agua en los ecosistemas**

El agua desempeña roles fundamentales en los ecosistemas, y gran parte de estos procesos está estrechamente condicionada por su nivel de calidad:

- **Soporte del ecosistema acuático:** La supervivencia de los organismos acuáticos depende de rangos ambientales particulares. La cantidad de oxígeno disuelto, por ejemplo, condiciona la permanencia de especies delicadas. Cuando el agua pierde calidad, las especies resistentes terminan desplazando a las más especializadas, generando una disminución notable de la biodiversidad (Francis-Floyd, 2023)

- **Regulación de procesos biogeoquímicos:** El agua transporta nutrientes y sedimentos necesarios para el crecimiento de plantas y microorganismos. La alteración de estos ciclos debido a contaminantes puede desencadenar desequilibrios ecológicos, como la proliferación de algas o la acumulación de materia orgánica. (Roca, 2011)
- **Mantenimiento del hábitat acuático:** Un caudal constante y limpio es vital para mantener hábitats estructurados como pozas, rápidos y zonas ribereñas, los cuales albergan distintas comunidades biológicas. (Griera, 2023)
- **Interacción entre ecosistemas acuáticos y terrestres:** Los sistemas acuáticos funcionan como vías naturales que enlazan distintos hábitats, permitiendo el movimiento de organismos y el flujo de energía y nutrientes. Si estos cuerpos de agua se contaminan, dicha conexión se ve interrumpida, lo que deteriora la dinámica y funcionamiento del paisaje.
- **Evaluación ecológica sobre calidad del agua**

Debido a la complejidad propia de los ecosistemas acuáticos, los métodos convencionales basados únicamente en mediciones físico-químicas no siempre permiten identificar alteraciones prolongadas. Por esta razón, se han implementado enfoques integradores, como los índices bióticos, que valoran la calidad del agua a partir de las características de las comunidades biológicas que la habita: (Sharma, 2019)

- **Bioindicadores:** Algunos organismos, como los macroinvertebrados bentónicos, son sensibles a condiciones ambientales específicas. La presencia, falta o cantidad de estas especies facilita determinar la condición ecológica de un ecosistema acuático. (Mello, 2025)
- **Monitoreo integrado:** La valoración de la calidad del agua requiere integrar información física, química y biológica para lograr un diagnóstico adecuado. Esto resulta crucial en ambientes tropicales,

como los de la región andina, donde las condiciones naturales presentan alta complejidad. (Isaac Sacolick, 2021)

- **Importancia para la gestión ambiental:** Comprender la condición ecológica de los sistemas acuáticos favorece la aplicación de medidas orientadas a un manejo sostenible, la detección de focos contaminantes y la selección de áreas que requieren conservación o acciones de restauración.
- **Estado del recurso hídrico en ecosistemas tropicales y de alta montaña andina**

Los ambientes de gran altitud, entre ellos los ríos de la región andina peruana, presentan características particulares que exigen un método especializado para evaluar con precisión la calidad del agua:

- **Alta sensibilidad ecológica:** Por su baja temperatura y elevada oxigenación, estos ecosistemas poseen comunidades especializadas y alta vulnerabilidad ante la contaminación.
- **Diversidad única de macroinvertebrados:** La fauna bentónica altoandina difiere de la de tierras bajas, por lo que los índices deben adaptarse a estos entornos.
- **Presión antrópica creciente:** La expansión urbana desordenada, el mal manejo de aguas residuales y la agricultura intensiva son amenazas constantes a la calidad del agua en zonas como Huánuco.

2.2.2. ÍNDICES BIÓTICOS: FUNDAMENTO Y APLICACIÓN

Los índices bióticos constituyen instrumentos que determinan la calidad del agua a partir de la estructura y el nivel de tolerancia de los macroinvertebrados. A cada grupo se le asigna una calificación basada en su sensibilidad, y mediante procedimientos específicos se genera un valor que representa el estado ecológico, facilitando detectar variaciones ambientales. Huapi, (2013)

Entre los más utilizados a nivel internacional y en América Latina destacan más estos índices BMWP/Col, ASPT y EPT, por su simplicidad, eficacia y adaptabilidad a diferentes condiciones geográficas.

- **Índice BMWP/Col (Biological Monitoring Working Party)**

El BMWP/Col parte del supuesto de que los organismos acuáticos reaccionan de forma consistente ante cambios en su entorno, en especial frente a la contaminación de origen orgánico. La sensibilidad de las familias de macroinvertebrados varía según la concentración de nitratos, fósforo, materia orgánica y oxígeno disuelto. Huapi, (2013)

Por ejemplo:

Algunas familias como Baetidae (efímeras) toleran ciertos niveles de contaminación.

Figura 1

Representa Baetidae



Nota. En la figura 1 se evidencia la familia Leuctridae Forero et al (2016)

Otras como Leuctridae (plecópteros) solo prosperan en aguas limpias.

Figura 2

Representa Leuctridae

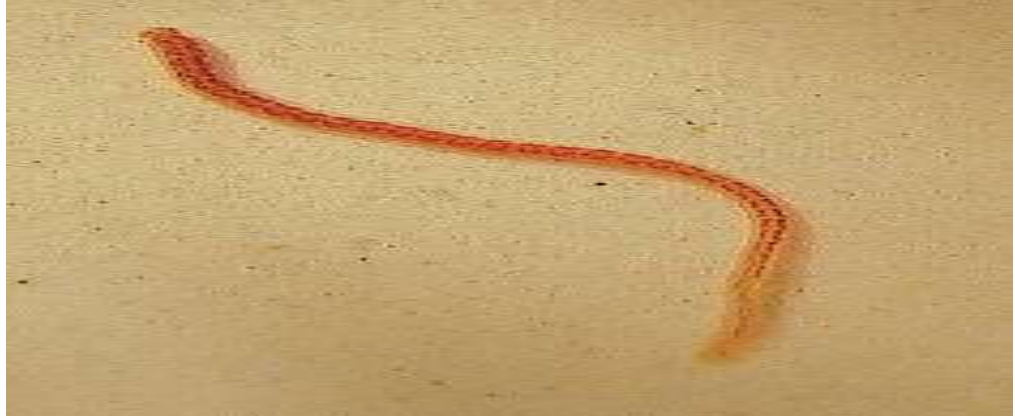


Nota. En la figura una se evidencia la familia Leuctridae (Alba-Tercedor, 1998)

Grupos como Tubificidae (lombrices acuáticas) resisten condiciones altamente contaminadas.

Figura 3

Representa Tubificidae



Nota. En la figura una se evidencia la familia *Tubificidae* Capurro et al (2021)

- **Metodología de Cálculo**

- a. Muestreo**

El proceso comienza con la recolección de datos en un tramo de río utilizando métodos estandarizados, como redes Surber, kick nets o tamices. Se abarca una variedad de microhábitats (piedras, sedimentos, vegetación).

- b. Identificación**

Los organismos recolectados se identifican, generalmente a nivel de familia, ya que el índice está estructurado en ese nivel taxonómico.

- c. Asignación de Puntuaciones**

Cada familia registrada tiene un valor asignado entre 1 y 10 de acuerdo con su grado de sensibilidad; aquellas más vulnerables a la contaminación obtienen las calificaciones más elevadas.

d. Cálculo del Índice

El valor BMWP/Col resulta de sumar los puntajes asignados a todas las familias:

$$BMWP = \sum_{i=1}^n P_i$$

donde:

- P_i = puntuación asignada a la familia i .
- n = número de grupos familiares detectados.

Nota. No se toma en cuenta la cantidad de individuos, únicamente si las familias están presentes.

e. Interpretación del Índice BMWP/Col

Tabla 2

Valor del índice BMWP/Col

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

Nota. En la tabla 2 se visualiza el valor del índice BMWP/Col Según (Roldan, 2018)

• Índices ASPT (Average Score Per Taxon)

El BMWP/Col suma los puntajes asignados a cada familia de macroinvertebrados encontrada, mientras que el ASPT representa el promedio de esas valoraciones. Este valor medio brinda una interpretación más estable de la calidad del agua, al disminuir el sesgo generado por familias con puntuaciones muy altas o muy bajas. (Mendoza, 2019)

- **Cálculo del Índice ASPT**

La fórmula para calcular el ASPT es la siguiente:

$$ASPT = \frac{BMWP}{n}$$

donde:

- BMWP es el puntaje total sumado de todas las familias detectadas en la muestra.
- n corresponde al número de familias distintas identificadas.

Este valor promedio da una idea clara del nivel de sensibilidad de las familias presentes al estrés ambiental y a la contaminación del agua.

- **Interpretación del Índice ASPT**

La siguiente tabla resume cómo se interpreta, en términos generales, el índice ASPT.

Tabla 3

Valor del índice ASPT

Valor ASPT	Clase calidad	de Significado ecológico (en términos de polución)	(en Rango inferior (límite + 10%)
≥ 6.00	Muy limpia	Agua muy limpia (de calidad no alterada)	6.00 – 6.60
5.40 – 5.99	– Buena	Agua no contaminada o contaminación imperceptible	5.40 – 5.45
4.90 – 5.39	– Aceptable	Agua con algún grado de contaminación	4.90 – 4.99
4.00 – 4.89	– Dudosa	Agua contaminada	4.00 – 4.29
3.00 – 3.99	– Crítica	Agua muy contaminada	3.00 – 3.20
1.00 – 2.99	– Muy crítica	Agua fuertemente contaminada	1.00 – 2.10

Nota. En la tabla 3 muestra el valor del índice ASPT Según Cammaerts, (2012)

- **Ventajas del ASPT**

- Reduce el sesgo debido al número de familias presentes.
- Es menos afectado por la riqueza biológica que el BMWP.
- Proporciona una medida estandarizada y fácil de comparar entre diferentes sitios o periodos de monitoreo.
- Refuerza el análisis ecológico cuando se utiliza junto con otros índices (BMWP/Col, EPT, etc.)

- **Índice Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT)**

Los grupos EPT suelen encontrarse en ambientes acuáticos claros, con alto oxígeno y mínima perturbación. Su aparición refleja un ecosistema saludable, mientras que su disminución señala contaminación orgánica, eutrofización o estrés térmico en el sistema. (Andjus, 2024)

- **El índice EPT puede calcularse de dos maneras:**

- Número total de familias o géneros de los tres órdenes.
- Porcentaje de individuos EPT respecto al total de macroinvertebrados recolectados.

$$\%EPT = \left(\frac{\text{Nº individuos EPT}}{\text{Total individuos muestrados}} \right) * 100$$

Donde:

Alta riqueza y %EPT elevado: Buen estado ecológico.

Baja riqueza y %EPT bajo: Ecosistema degradado.

- **Interpretación general**

Tabla 4

Valor del índice EPT

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL EPT %
I	Muy Buena	75-100
II	Buena	50-75
III	Regular	25-50
IV	Mala	0-24

Nota. En la tabla 4 se visualiza el valor del índice EPT según (Yaagoubi & Edegbene, 2025)

2.2.3. CLASIFICACIÓN ECOLÓGICA SEGÚN TOLERANCIA

- **Taxones sensibles:** Están conformados principalmente por los grupos Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera, conocidos como EPT. La ocurrencia de estos organismos suele asociarse a cuerpos de agua con buena calidad y elevada oxigenación según Tampo et al, (2021)
- **Taxones intermedios:** Grupos como los Odonata (libélulas), Coleoptera (escarabajos acuáticos) y algunos Hemiptera pueden sobrevivir en condiciones con niveles moderados de alteración Capurro et al, (2021)
- **Taxones tolerantes:** Organismos como los dípteros (por ejemplo, Chironomidae), oligoquetos (como Tubificidae) y planarias se encuentran frecuentemente en aguas contaminadas, con bajo oxígeno disuelto o alta carga orgánica Capurro et al, (2021)

2.2.4. APLICACIÓN DE LOS ÍNDICES EN CONTEXTOS TROPICALES ANDINOS

En el Perú, diversas investigaciones han evidenciado que estos índices, una vez adaptados a las particularidades locales, permiten valorar con eficacia la calidad del agua en ecosistemas altoandinos. Su uso en ríos como el Huancachupa, perteneciente a la cuenca del Huallaga, ayuda a identificar impactos originados por descargas

residuales, agricultura intensiva y procesos de urbanización. (Jiménez, 2024)

- **Uso del índice BMWP/Col en los Andes tropicales**

Adaptación taxonómica: En zonas andinas se han elaborado versiones regionales del BMWP/Col (como el BMWP-Col o el BMWP-Andino), modificando las puntuaciones originales de sensibilidad de acuerdo con la respuesta ecológica de las familias presentes. (Palumbi, 2019)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. CALIDAD DEL AGUA

Hace referencia al conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que definen si el agua es adecuada para mantener la vida acuática y atender distintos usos humanos. Desde una perspectiva ecológica, su valoración incluye además el estado y equilibrio de las comunidades biológicas que habitan el ecosistema. (Sharma, 2019)

2.3.2. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Son organismos acuáticos de tamaño suficiente para observarse sin instrumentos y que viven en el sustrato de ríos, lagos u otros cuerpos de agua dulce. Por su distinta tolerancia a la contaminación, se emplean como indicadores biológicos del estado ecológico del agua. Gamboa, (2008)

2.3.3. BIOINDICADOR

Organismo o grupo de seres vivos cuya presencia, ausencia o abundancia permite identificar de manera precisa y confiable el estado ambiental de un ecosistema, especialmente frente a distintos tipos de contaminación u otras formas de perturbación ecológica sostenida. Zuarth, (2014)

2.3.4. ÍNDICE BMWP/COL

Se trata de un método que asigna puntuaciones a cada familia de macroinvertebrados según su nivel de tolerancia frente a contaminantes específicos, permitiendo así evaluar de forma detallada y confiable el estado ecológico de un río, considerando la totalidad de las puntuaciones acumuladas y reflejando impactos ambientales significativos. César, (2021)

2.3.5. ÍNDICE ASPT

Promedio de los valores asignados por el BMWP/Col a cada familia registrada, brinda una evaluación más constante del estado del agua que no depende de la cantidad de taxones presentes. (Hernández, 2024)

2.3.6. EPHEMEROPTERA

Insectos acuáticos denominados efímeras, que habitan en ambientes acuáticos puros y con adecuado nivel de oxigenación, utilizados habitualmente como indicadores de alta calidad ambiental. (Rosa, 2020)

2.3.7. PLECOPTERA

Grupo de insectos acuáticos llamados moscas de las piedras, que se encuentran únicamente en ecosistemas con excelente calidad ecológica. (Andjus, 2024)

2.3.8. TRICHOPTERA

Conjunto de insectos acuáticos denominados frigáneas, cuyas larvas crean refugios con elementos del entorno y necesitan aguas limpias para vivir. (Cardenas, 2020)

2.3.9. BIOMONITORING WORKING PARTY (BMWP/COL)

Equipo de investigadores del Reino Unido que creó el índice correspondiente, orientado a determinar el estado del agua mediante el análisis de macroinvertebrados. Naranjo et al, (2013)

2.3.10. MACROFAUNA ACUÁTICA

Grupo de organismos acuáticos observables a simple vista que habitan el sustrato bentónico y desempeñan funciones importantes en los procesos ecológicos del ecosistema. (Lazaro, 2011)

2.3.11. ALTITUD Y MACROINVERTEBRADOS

Conexión entre la elevación sobre el nivel del mar y la organización de las comunidades de macroinvertebrados, dado que algunos taxones se restringen a áreas de gran altitud. (Sánchez Tello, 2019)

2.3.12. ÍNDICES BIOÉTICOS EN SUDAMÉRICA

Ajustes locales de métodos como BMWP/Col y ASPT, considerando la diversidad y la sensibilidad particular de macroinvertebrados autóctonos. (Cardenas, 2020)

2.4. HIPÓTESIS

Ha. Existe relación de la calidad del agua mediante los índices BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H0. No existe relación de la calidad del agua mediante los índices BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

2.4.1. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Ha.1. Los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Huancachupa se encuentran dentro de lo establecido por el D.S. N° 004–2017–MINAM ECA-agua para la categoría 3 para Riego de vegetales y bebida de animales en el distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H0.1. Los parámetros fisicoquímicos del agua en el río Huancachupa no se encuentran dentro de lo establecido por el D.S. N° 004–2017–MINAM ECA-agua para la categoría 3 para Riego de vegetales y bebida de animales en el distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Ha.2. Existe relación de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT con los parámetros fisicoquímicos en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Ho.2 No existe relación de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT con los parámetros fisicoquímicos en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Ha.3. Existen diferencias significativas en los valores de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT entre los distintos puntos de muestreo del río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

H0.3. No existen diferencias significativas en los valores de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT entre los distintos puntos de muestreo del río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Calidad del agua.

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.

Variable dependiente	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Calidad del agua	La calidad del agua abarca sus propiedades físicas, químicas y biológicas, determinando su adecuación para usos específicos y su influencia sobre el equilibrio y la salud de los ecosistemas acuáticos. (Leiva, 2018)	La evaluación de la calidad del agua se realizará usando tres índices bióticos: BMWP/Col, ASPT y EPT, calculados a partir de la identificación y el conteo de macroinvertebrados en distintas estaciones del río.	pH	Escala de 0 a 14	Optima	Ordinal
			Conductividad eléctrica	μS/cm	Aceptable	
			Oxígeno disuelto	Mg/L	Baja	
			Temperatura	Grados Celsius (°C)	Adecuada Buena calidad	
Variable Independiente			Dimensión	Indicador	Valor final	Tipo de variable
Índices bióticos BMWP, ASPT y EPT	Son instrumentos que facilitan valorar la calidad del agua y la condición ecológica de los cuerpos de agua, basándose en la	Cada familia de macroinvertebrados será identificada y evaluada utilizando las escalas del índice BMWP/Col	- BMWP	- Puntaje total BMWP	Calidad: - Buena	Ordinal
			- ASPT	- Promedio ASPT	- Aceptable - Dudosa - Crítica	

distinta sensibilidad de determinados organismos. (Cardenas, 2020)	modificado, el promedio del ASPT y el registro de familias correspondientes al índice EPT.	- EPT	- Número de familias EPT encontradas	- Muy critica
--	--	-------	--------------------------------------	---------------

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según Supo & Zacarias, (2020) En la investigación propuesta se planteó que, según la intervención del investigador, es una investigación sin intervención; De acuerdo con el control de medición, es transversal dado que se tomó una sola muestra; Asimismo, se considera descriptiva, porque se analizó únicamente una variable de estudio.

3.2. ENFOQUE

De acuerdo a Supo & Zacarias, (2020) El estudio adoptó un enfoque cuantitativo, utilizando herramientas estadísticas para analizar e interpretar los datos. De esta manera, la estadística se convierte en un recurso fundamental en investigaciones cuantitativas para sustentar y comprobar la hipótesis planteada.

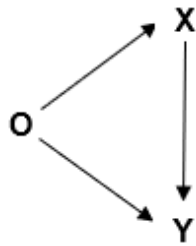
3.3. ALCANCE O NIVEL

Según Supo & Zacarias, (2020) Corresponde a un estudio de carácter descriptivo, puesto que caracteriza fenómenos dentro de un marco temporal y geográfico específico, con un enfoque correlacional. Su objetivo fue analizar y estimar parámetros físico-químicos y la presencia de macroinvertebrados en relación con los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT en el río Huancachupa.

3.4. DISEÑO

De acuerdo con Supo & Zacarias, (2020) El diseño de la investigación fue no experimental y de tipo transversal, dado que las variables no fueron manipuladas, sino observadas y analizadas tal como se presentan en su ambiente natural.

Donde:



O: Observación de ambas variables

X: Variable independiente (Índices bióticos BMWP, ASPT y EPT)

Y: Variable dependiente (Calidad del agua)

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. POBLACIÓN

La población analizada en este estudio estuvo conformada por los macroinvertebrados encontrados en las distintas estaciones del río Huancachupa que atraviesa el distrito de Pillco Marca, en la región Huánuco.

3.5.2. MUESTRA

Para este estudio, la muestra se seleccionó mediante la identificación de puntos estratégicos que fueran representativos a lo largo del río Huancachupa, considerando criterios como accesibilidad, influencia de actividades humanas y diversidad ecológica. En cada sitio se efectuará la recolección de datos físico-químicos del agua, que posteriormente serán evaluados utilizando los índices biológicos BMWP/Col, ASPT y EPT. Este enfoque de muestreo permite capturar la variabilidad ambiental del río y obtener un diagnóstico preciso sobre su estado ecológico.

Tabla 5*Ubicación de los puntos*

PUNTO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM WGS	
		84 – 18S	
		ESTE	NORTE
P - 01	Aguas abajo (Desembocadura al río Huallaga)	363785	8897277
P - 02	Puente Cayran	363574	8897129
P - 03	Punto medio (Huayabamba)	361609	8896842
P - 04	Espalda del recreo Casa Blanca	359896	8896423
P - 05	Por el pueblo de Cayran	359162	8895993

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En el presente estudio se utilizaron la técnica de análisis documental y la observación directa en campo. A continuación, se describen con detalle las técnicas aplicadas:

- Análisis documental: durante esta fase se recolectó información primaria, como mapas de localización y zonificación del área de estudio, además de tesis, libros y normativas pertinentes, que sirvieron como fundamento para elaborar el marco teórico.
- Observación de campo: fue un componente esencial para recopilar información del área de estudio, incluyendo parámetros físico-químicos del agua del río, coordenadas geográficas y condiciones climáticas, como la ocurrencia o ausencia de lluvias.

Para el análisis de la información se utilizó la metodología propuesta por el Protocolo CERA, diseñada para evaluar la calidad ecológica de ríos en zonas andinas. Asimismo, se siguieron las disposiciones del Decreto Supremo N.º 013-2020-PRODUCE, que regula la autorización para la recolección de recursos hidrobiológicos con fines de monitoreo e investigación ambiental en las cuencas peruanas.

La evaluación de los ecosistemas acuáticos en la zona de estudio implicó la recopilación de datos cuantitativos sobre las comunidades planctónicas. Para la recolección de los macroinvertebrados en cada estación

de muestreo se empleó una red Surber con una malla de 50 micras. Las muestras obtenidas se almacenaron en frascos de 250 ml y se preservaron en alcohol al 96 % en una proporción 3/1, quiere decir $\frac{1}{4}$ del envase garantizando su conservación hasta el análisis en laboratorio. Posteriormente, fueron correctamente etiquetadas y preparadas para su traslado y estudio posterior.

3.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Los datos recolectados fueron organizados en matrices estructuradas según el tipo de muestra y la ubicación de cada estación de muestreo. Se analizaron 15 muestras, distribuidas en cinco estaciones a lo largo del río Huancachupa, con tres réplicas por estación. Cada muestra se identificó hasta el nivel de familia taxonómica, utilizando claves especializadas para macroinvertebrados acuáticos. Posteriormente, a cada familia se le otorgó un puntaje conforme al BMWP/Col, ajustado a las condiciones ecológicas propias de los ríos andinos.

A partir de estos datos, se calculó el puntaje total del índice BMWP/Col para cada muestra. Luego, se obtuvo el índice ASPT dividiendo este valor entre el número de familias identificadas. De manera simultánea, se contabilizaron las familias de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera para calcular el índice EPT, lo que permitió estimar la abundancia de organismos especialmente sensibles a la contaminación.

Los resultados se analizaron utilizando estadística descriptiva, considerando medidas como promedio, rango y desviación estándar para identificar diferencias entre los sitios de monitoreo. Además, los índices bióticos se representaron gráficamente e interpretaron según rangos de calidad ecológica reportados en la literatura. Para ello, se emplearon Microsoft Excel y otros programas estadísticos, lo que hizo posible identificar cómo varía la calidad del agua a lo largo del río Huancachupa.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ÍNDICES BIÓTICOS Y LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Figura 4

Resultados de los índices bióticos y parámetros físico-químicos

Río Huancachupa.															
Índices bióticos						Parámetros físico-químicos									
Puntos de muestreo	Muestras	Valores obtenidos del Índice BMWP/Col	Calidad	Valores obtenidos del Índice ASPT	Calidad	Valores obtenidos del Índice EPT	Calidad	pH	ECA	Cond. Eléctrica.	ECA	Oxig. Disuelto	ECA	T°	ECA
Punto 1	P1-M1	31	Crítica	2.21	Muy Crítica	57.14%	Buena	7.29	6.5 - 8.5	899	2500	8	≥ 4	16.8	18°C Δ3
	P1-M2	41	Dudosa	2.93	Muy Crítica	45.45%	Regular	6.7		945		7.8		15.3	
	P1-M3	12	Muy crítico	0.86	Muy Crítica	33.33%	Regular	7.81		796		8.2		14.6	
Punto 2	P2-M1	26	Crítica	1.86	Muy Crítica	21.43%	Mala	6.96		956		7.5		17.5	

Punto 3	P2-M2	54	Dudosa	3.86	Crítica	45.68%	Regular	7.22	876	7.3	17.3
	P2-M3	59	Dudosa	4.21	Dudosa	55.00%	Buena	7.27	798	7.6	17.6
	P3-M1	31	Crítica	2.21	Muy Crítica	17.07%	Mala	8.2	875	7	18.2
	P3-M2	21	Crítica	1.50	Muy Crítica	77.78%	Muy buena	7.4	632	6.9	18.2
	P3-M3	43	Dudosa	3.07	Crítica	26.67%	Regular	7.5	984	7.1	17.9
Punto 4	P4-M1	71	Aceptable	5.07	Aceptable	59.09%	Buena	7.1	762	5.4	15.3
	P4-M2	14	Muy crítico	1.00	Muy Crítica	28.57%	Regular	6.99	785	5.6	20.8
	P4-M3	25	Crítica	1.79	Muy Crítica	26.32%	Regular	7.1	750	5.2	21.2
Punto 5	P5-M1	36	Dudosa	2.57	Muy Crítica	66.67%	Buena	7	891	6.5	19
	P5-M2	50	Dudosa	3.57	Crítica	56.00%	Buena	7.39	921	6.7	18.7
	P5-M3	48	Dudosa	3.43	Crítica	66.67%	Buena	7.43	792	6.4	19.1

Nota. El estudio de la calidad del agua en el río Huancachupa revela diferencias entre las estaciones de muestreo. En el Punto 1 se observa una condición crítica, caracterizada por alta contaminación orgánica y reducida diversidad biológica. En el Punto 2 se observa ligera recuperación, con pH adecuado y buena oxigenación. El Punto 3 vuelve a mostrar condiciones críticas por elevada conductividad y baja calidad biológica. En el Punto 4 se aprecia mejora ecológica, con macroinvertebrados sensibles, aunque la temperatura alta podría alterar el equilibrio. Finalmente, el Punto 5 refleja una recuperación moderada, con índices EPT favorables y parámetros fisicoquímicos dentro de límites aceptables.

4.1.2. ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CAMPO

La tabla siguiente presenta los resultados del análisis físico-químico realizado en el río Huancachupa, incluyendo los parámetros de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura.

a) Potencial de Hidrógeno (pH)

Tabla 6

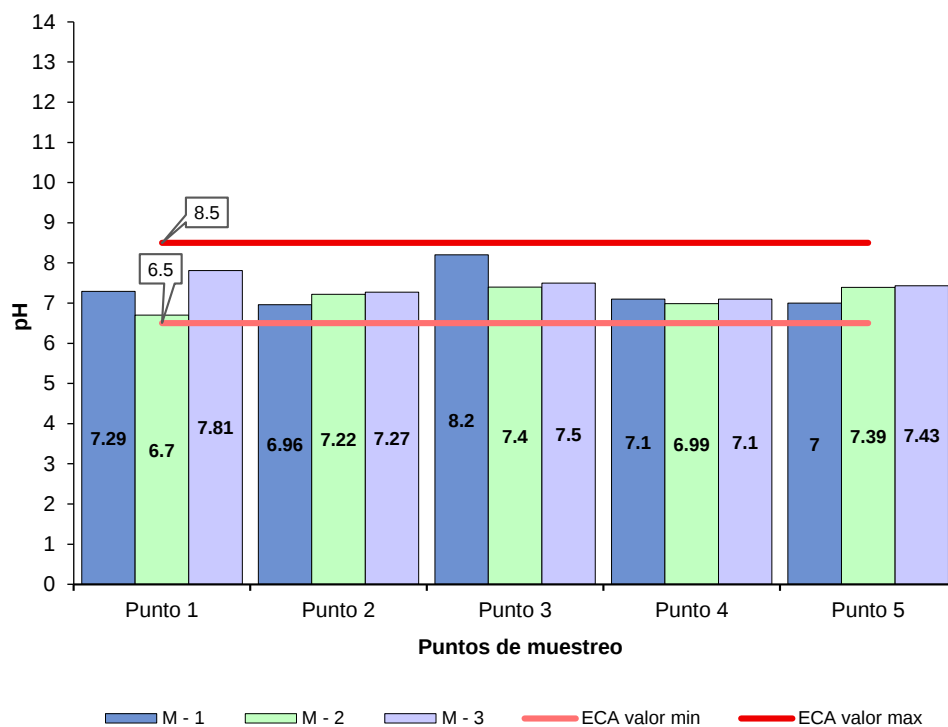
Resultados del pH

Puntos de muestreo	Muestras			Promedio por puntos
	M - 1	M - 2	M - 3	
Punto 1	7.29	6.7	7.81	7.27
Punto 2	6.96	7.22	7.27	7.15
Punto 3	8.2	7.4	7.5	7.70
Punto 4	7.1	6.99	7.1.	7.05
Punto 5	7	7.39	7.43	7.27
Promedio por muestras	7.31	7.14	7.50	
ECA Categoría				
3: D1: Riego de vegetales	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5	6.5 - 8.5

Nota. En la Tabla 6 se presentan los resultados del pH del río Huancachupa, los cuales cumplen con los límites establecidos por las ECA D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3 (riego de cultivos y consumo animal), ya que la mayoría de las mediciones se encuentra entre 6.7 y 8.2, indicando un pH neutro.

Figura 5

Niveles de pH en los puntos de muestreo del río Huancachupa



Nota. El gráfico muestra que los valores de pH medidos en los cinco puntos de muestreo se mantuvieron dentro del rango aceptable establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), es decir, entre 6.5 y 8.5. Se observó una ligera variación entre réplicas, destacando el valor mínimo de 6.7 en el Punto 1 y el máximo de 8.2 en el Punto 3, sin exceder los límites establecidos. Estos resultados indican condiciones adecuadas de pH para el desarrollo de vida acuática.

b) Conductividad eléctrica (μS/cm)

Tabla 7

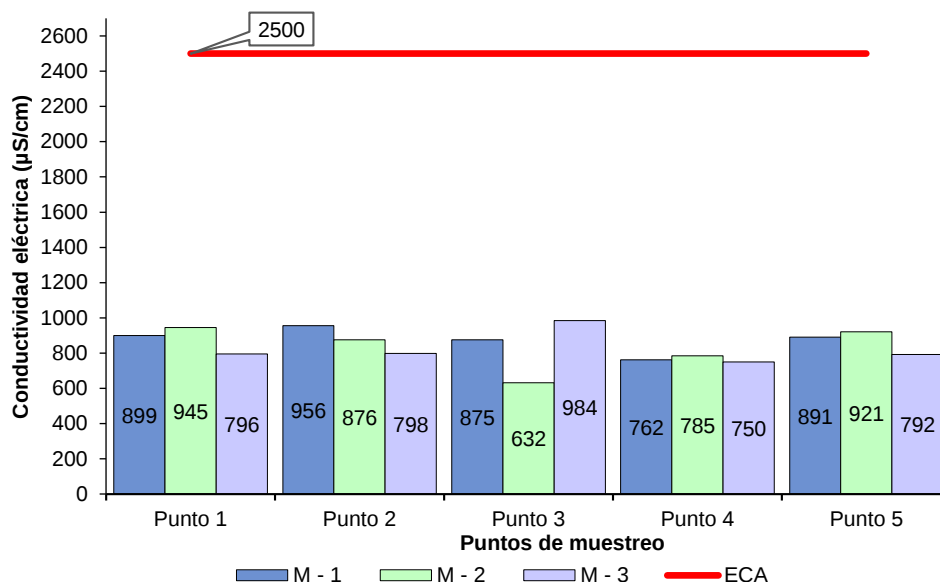
Resultados de la conductividad eléctrica (μS/cm)

Puntos de muestreo	Muestras			Promedio por puntos
	M - 1	M - 2	M - 3	
Punto 1	899	945	796	880.00
Punto 2	956	876	798	876.67
Punto 3	875	632	984	830.33
Punto 4	762	785	750	765.67
Punto 5	891	921	792	868.00
Promedio por muestras	876.6	831.8	824	
ECA Categoría				
3: D1: Riego de vegetales	2500	2500	2500	2500

Nota. En la Tabla 7 se presentan los resultados de conductividad eléctrica, los cuales cumplen con los límites establecidos por las ECA D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3 (riego de cultivos y consumo animal), con valores comprendidos entre 632 y 984 μS/cm, lo que indica concentraciones moderadas de sales disueltas en el agua.

Figura 6

Niveles de conductividad eléctrica (μS/cm)



Nota. El gráfico muestra que los valores de conductividad eléctrica medidos en los cinco puntos de muestreo se mantuvieron muy por debajo del límite máximo permitido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), fijado en 2500 μS/cm. Las lecturas, entre 632 y 984 μS/cm, reflejan concentraciones normales de sales disueltas, indicando una conductividad adecuada y sin señales de contaminación significativa por iones.

c) Oxígeno disuelto (mg/L)

Tabla 8

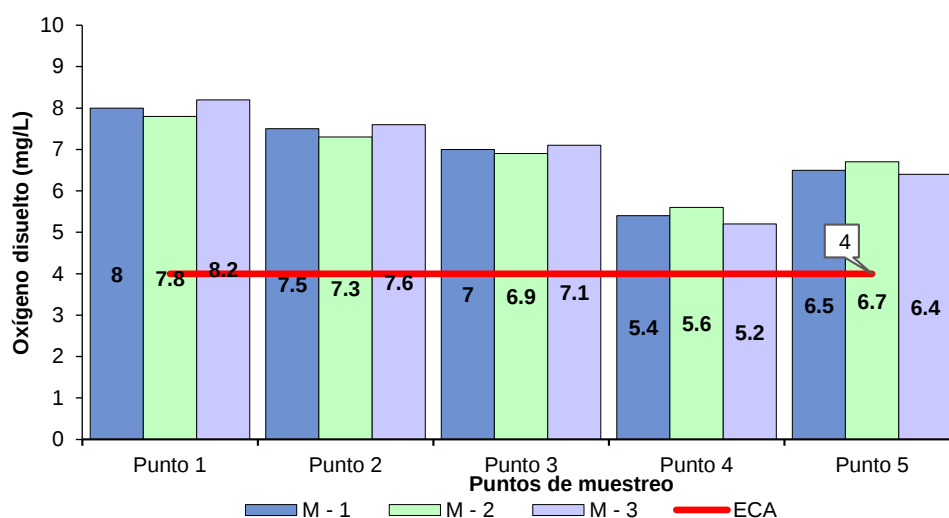
Resultados del oxígeno disuelto (mg/L)

Puntos de muestreo	Muestras			Promedio por puntos
	M - 1	M - 2	M - 3	
Punto 1	8	7.8	8.2	8.00
Punto 2	7.5	7.3	7.6	7.47
Punto 3	7	6.9	7.1	7.00
Punto 4	5.4	5.6	5.2	5.40
Punto 5	6.5	6.7	6.4	6.53
Promedio por muestras	6.88	6.86	6.90	
ECA				
Categoría 3:	≥ 4	≥ 4	≥ 4	≥ 4
D1: Riego de vegetales				

Nota. Se muestra en la tabla 8 los puntos de muestreo y los parámetros que cumplen con las ECA D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3 (riego de cultivos y consumo animal). El punto más cercano a no cumplir los límites fue el Punto 4 en su M-3, con un valor de 5.2, el cual todavía se considera dentro del rango apto.

Figura 7

Niveles de oxígeno disuelto (mg/L)



Nota. Los registros de oxígeno disuelto en los cinco puntos de muestreo superaron el límite mínimo de 5 mg/L establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Los valores oscilaron entre 5.2 mg/L en el Punto 4 y 8.2 mg/L en el Punto 1. En general, estas mediciones reflejan condiciones adecuadas para la vida acuática, aunque el Punto 4 mostró niveles cercanos al mínimo, sugiriendo una ligera disminución de oxigenación en esa zona.

d) Temperatura (°C)

Tabla 9

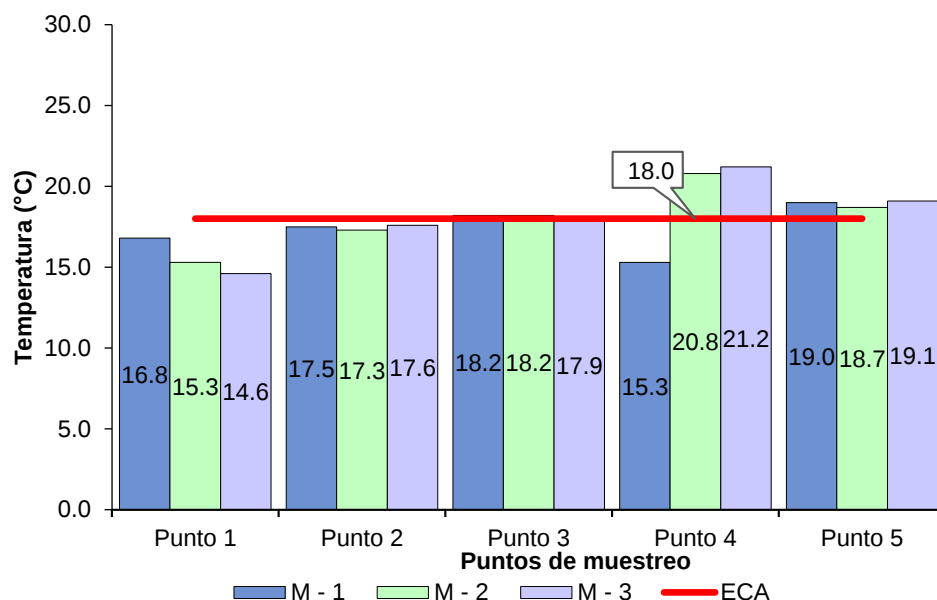
Resultados de la temperatura (°C)

Puntos de muestreo	Muestras			Promedio por puntos
	M - 1	M - 2	M - 3	
Punto 1	16.8	15.3	14.6	15.57
Punto 2	17.5	17.3	17.6	17.47
Punto 3	18.2	18.2	17.9	18.10
Punto 4	15.3	20.8	21.2	19.10
Punto 5	19	18.7	19.1	18.93
Promedio por muestras	17.36	18.06	18.08	
ECA				
Categoría 3:	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$	$\Delta 3$
D1: Riego de vegetales				

Nota. En la tabla 9 se visualiza los valores de la temperatura en los puntos de muestreo obtenidos mediante el monitoreo realizado durante la ejecución.

Figura 8

Niveles de temperatura (°C)



Nota. La figura 8 muestra los niveles de Temperatura en cinco puntos del río Huancachupa. Los puntos 1 presentan valores entre 16.8, 15.3 y 14.6, asimismo el punto 2 valores entre 17.5, 17.3 y 17.6, el punto 3 valores entre 18.2, 18.2 y 17.9, el Punto 4 valores entre 15.3, 20.8 y 21.2 mg/L y el Punto 5 con valores de valores entre 19.0, 18.7 y 19.1.

4.1.3. Índices bióticos de calidad del agua

a) Índice BMWP/Col

Tabla 10

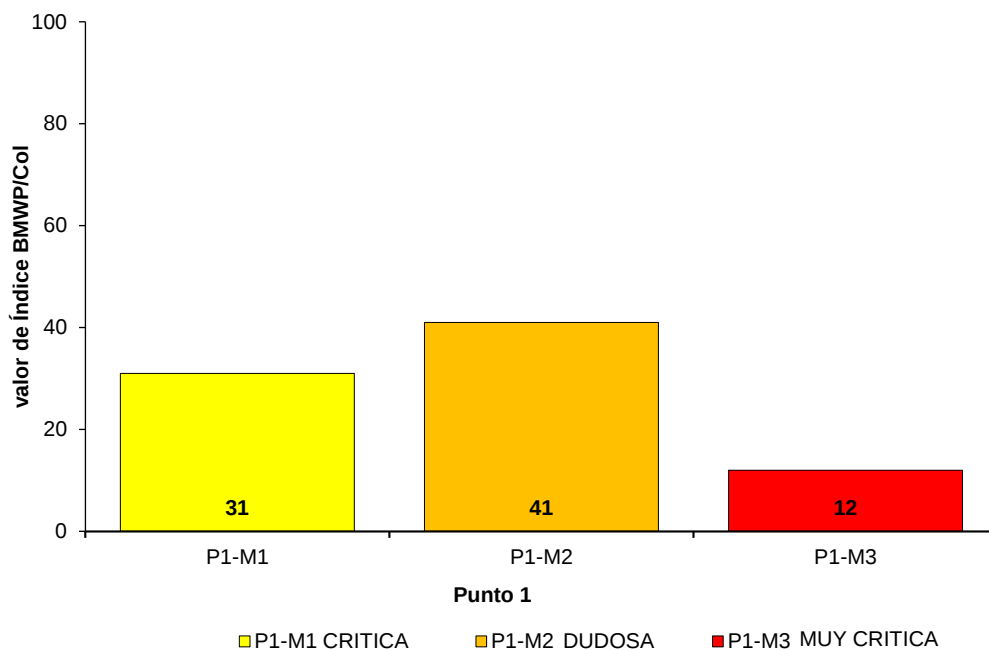
Resultados del índice BMWP/Col

Puntos de muestreo	Punto 1			Punto 2			Punto 3			Punto 4			Punto 5		
	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P5	P5	P5
Muestras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Valores obtenidos del Índice BMWP/Col	31	41	12	26	54	59	31	21	43	71	14	25	36	50	48

Nota. En la Tabla 10 se presentan los valores del índice BMWP/Col para todos los puntos de muestreo. En el Punto 1, la M2 indica aguas moderadamente contaminadas, mientras que M1 y M3 muestran aguas muy contaminadas y fuertemente contaminadas, respectivamente. En el Punto 2, M2 y M3 corresponden a aguas moderadamente contaminadas, aunque M1 se clasifica como aguas muy contaminadas. En el Punto 3, M1 y M2 son aguas muy contaminadas, mientras que M3 refleja aguas moderadamente contaminadas. Para el Punto 4, M2 y M3 se clasifican como aguas muy contaminadas y fuertemente contaminadas, respectivamente. Finalmente, en el Punto 5, M1, M2 y M3 son aguas moderadas contaminadas, con valores de 36, 50 y 48, respectivamente.

Figura 9

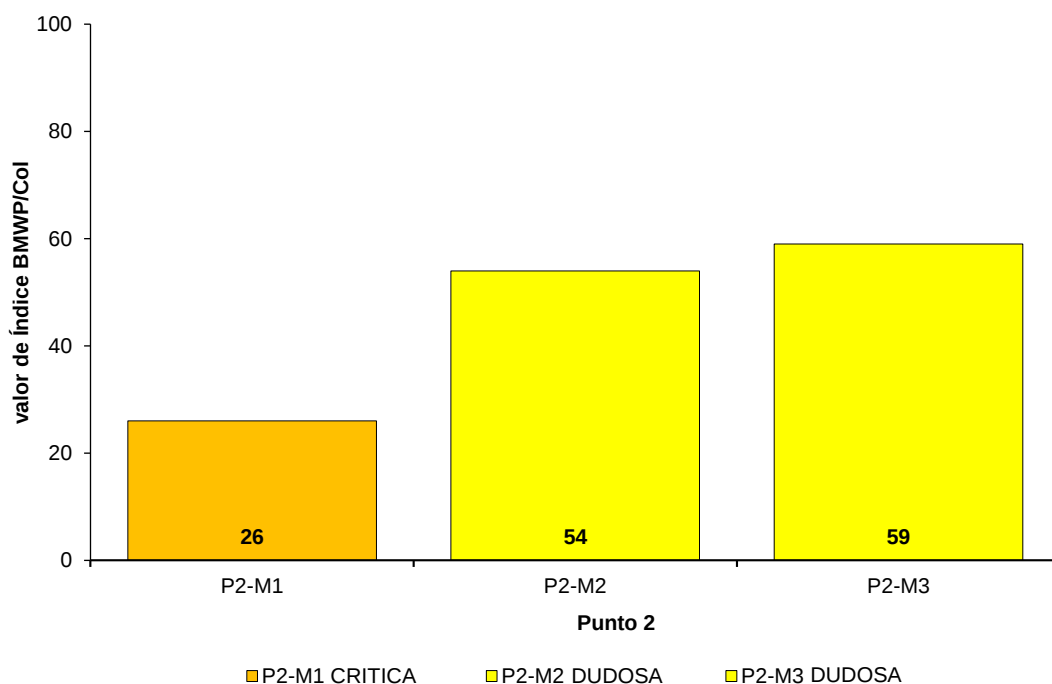
Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 1



Nota. La figura muestra los valores del índice BMWP/Col en el Punto 1. Su P1-M1 (31) tiene una calidad crítica, su P1-M2 (41) tiene una calidad dudosa y su P1-M3 (12), indicando una calidad muy crítica del agua.

Figura 10

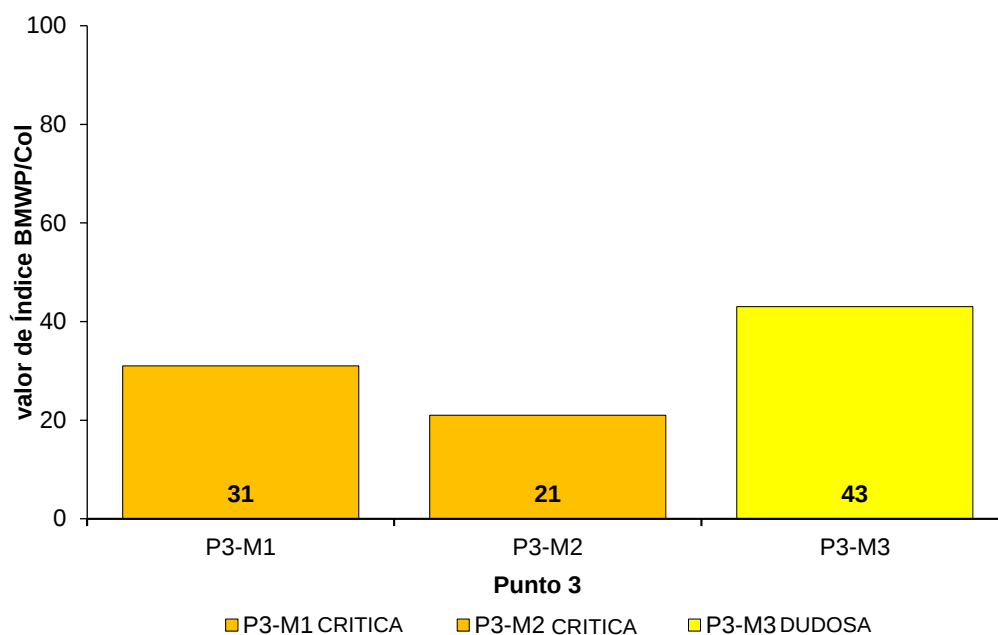
Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 2



Nota. La figura muestra los valores del índice BMWP/Col en el Punto 2: Se observa una calidad crítica en P2-M1 (26), dudosa en P2-M2 (54) y en P2-M3 (59), indicando una condición inestable o intermedia en la calidad del agua.

Figura 11

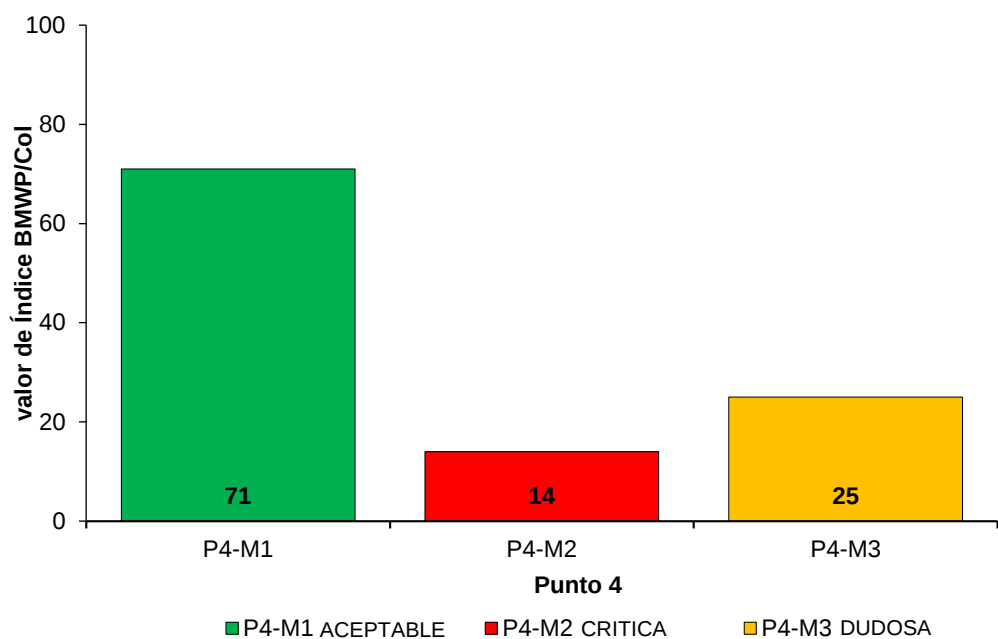
Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 3



Nota. La figura muestra los valores del índice BMWP/Col en el Punto 3. Se observa una calidad crítica en P3-M1 (31) y en el P3-M2 (21), y dudosa en P3-M3 (43), indicando una condición mayormente degradada con ligera variación.

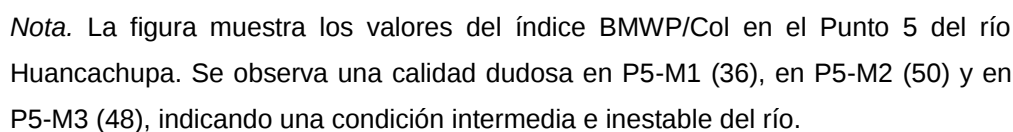
Figura 12

Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 4



Nota. La figura muestra los valores del índice BMWP/Col en el Punto 4 del río Huancachupa. Se observa una calidad aceptable en P4-M1 (71), muy crítica en P4-M2 (14) y crítica en P4-M3 (25), lo que evidencia una marcada variabilidad en el estado del río.

Valores obtenidos del índice BMWP/Col en el punto 5

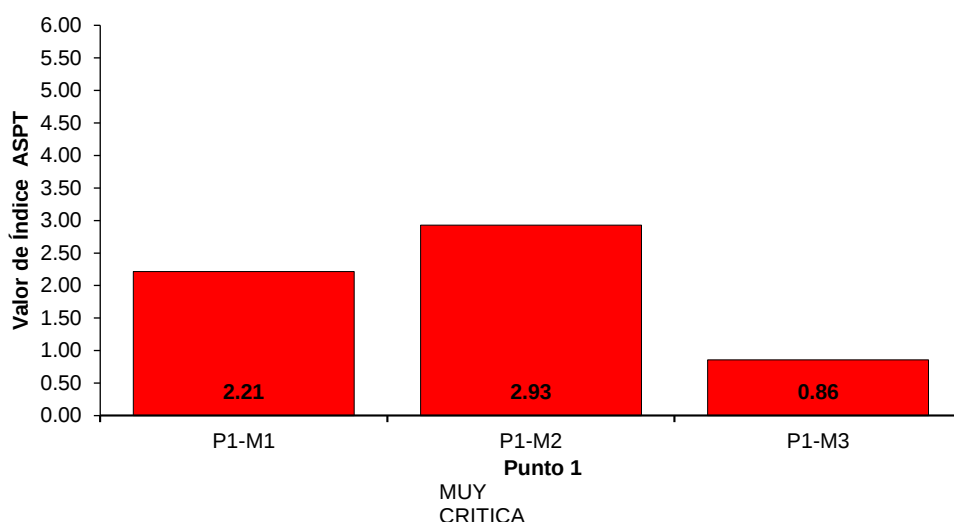
**Tabla 11**

Resultados del índice ASPT

Nota. Los resultados del índice ASPT evidencian una marcada variabilidad entre puntos y muestreos. En el Punto 1 se registran valores bajos (P1-M1: 2.21; P1-M2: 2.93; P1-M3: 0.86), clasificados como de calidad muy crítica. En el Punto 2, los valores fluctúan entre 1.86 (muy crítica), 3.86 (crítica) y 4.21 (dudosa). El Punto 3 mantiene condiciones desfavorables con valores de 2.21 y 1.50 (muy crítica) y 3.07 (crítica). En el Punto 4 se observa contraste, con un valor aceptable (P4-M1: 5.07) y otros muy críticos (P4-M2: 1.00; P4-M3: 1.79). Finalmente, el Punto 5 presenta valores moderados (P5-M1: 2.57, crítica; P5-M2: 3.57 y P5-M3: 3.43, dudosa), indicando ligera mejoría en la calidad del agua.

Figura 14

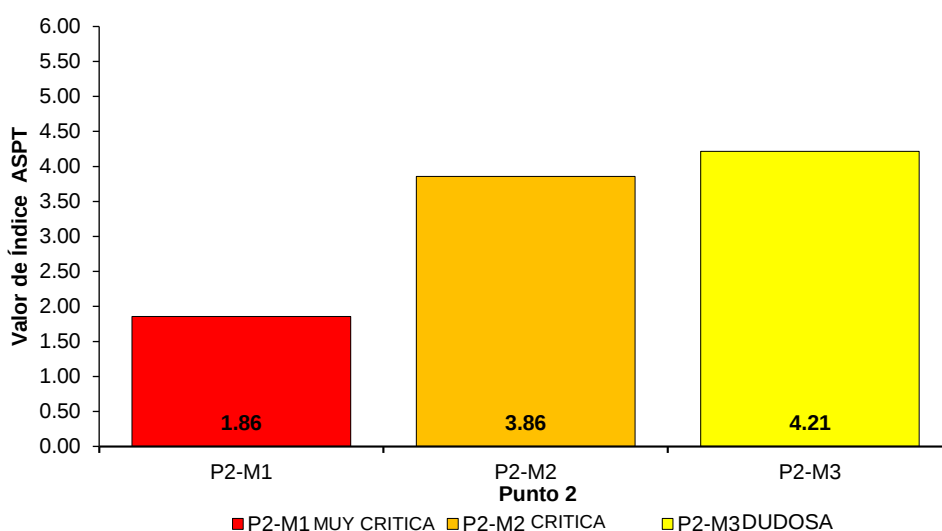
Valores obtenidos del índice ASPT en el punto 1



Nota. En el Punto 1, los valores del índice ASPT evidencian una condición catalogada como “muy crítica” en todas las mediciones. El valor se registra en el P1-M1 (2.21) y en el P1-M2 (2.93), mientras que el menor corresponde a P1-M3 (0.86). Estos resultados reflejan un fuerte deterioro de la calidad del agua, con una situación particularmente grave en P1-M3.

Figura 15

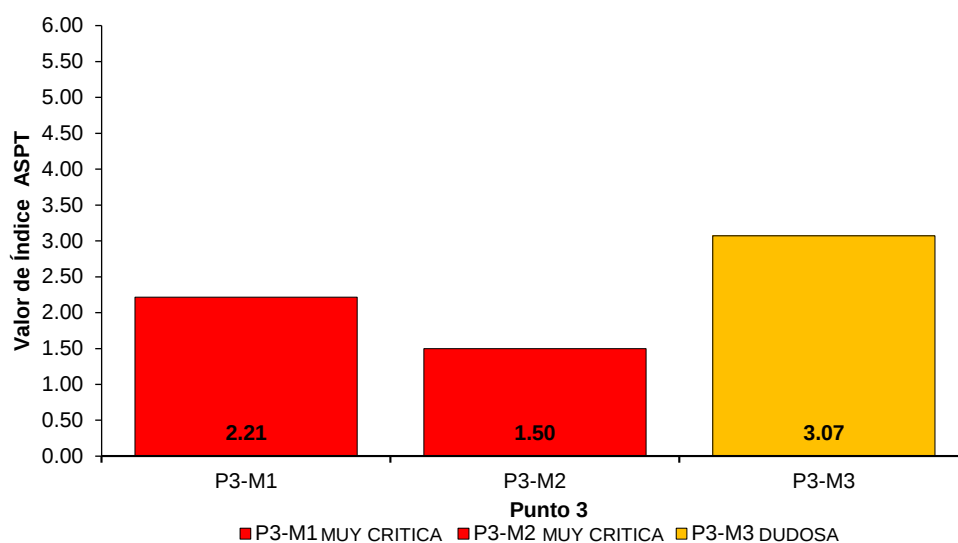
Valores obtenidos del índice ASPT en el punto 2



Nota. En el Punto 2, los valores del índice ASPT evidencian una condición catalogada como una variación en todas las mediciones. El mayor valor se registra en P2-M3 (4.21) de una manera dudosa, seguido de P2-M2 (3.86) está evidenciada por crítica, mientras que el menor corresponde a P2-M1 (1.86) que ya es muy crítica. Esto refleja un escenario de afectación heterogénea en la calidad del agua, con mayor gravedad en P2-M3 y menor estabilidad en P2-M1.

Figura 16

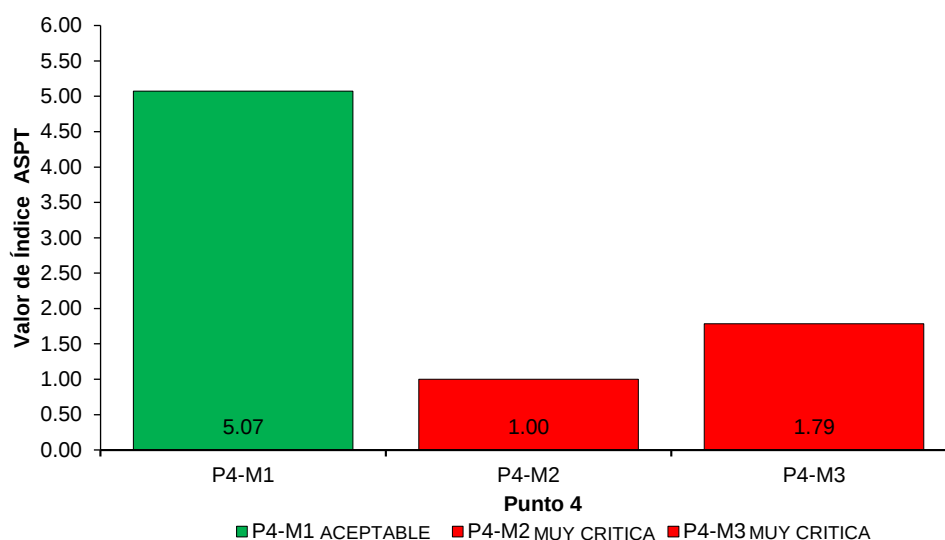
Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 3



Nota. En el Punto 3, los valores del índice ASPT muestran diferencias notables entre las mediciones. El nivel más alto corresponde a P3-M3 (3.07), clasificado como crítica; le sigue P3-M1 (2.21) y el P3-M2 (1.50) ambos dentro de la categoría muy crítica. Estos resultados evidencian un impacto desigual en la calidad del agua, siendo P3-M3 el punto con mayor deterioro y P3-M2 el de menor estabilidad.

Figura 17

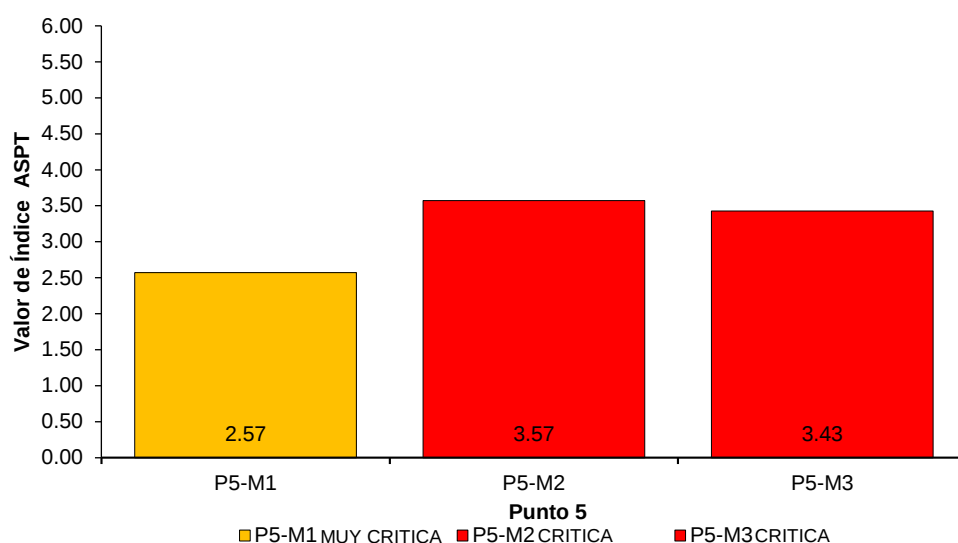
Valores obtenidos del índice ASTP en el punto 4



Nota. En el Punto 4, los valores obtenidos del índice ASPT reflejan contrastes significativos entre las mediciones. El P4-M1 (5.07), considerado aceptable, mientras que el P4-M3 (1.79) y el P4-M2 (1.00) ambos con la condición muy crítica. En conjunto, estos datos muestran un estado desigual de la calidad del agua, donde P4-M1 presenta la situación más favorable y P4-M2 la de mayor vulnerabilidad.

Figura 18

Valores obtenidos del índice ASPT en el punto 5



Nota. En el Punto 5, los valores del índice ASPT evidencian variaciones marcadas entre las mediciones. El P5-M1 (2.57), clasificado como muy crítica mientras que el P5-M2 (3.57) y el P5-M3 (3.43) son consideradas como crítica. En general, los resultados señalan una afectación heterogénea de la calidad del agua, siendo P5-M2 el de mejor condición en ciertas partes y P5-M1 el de mayor deterioro.

c) Índice EPT

Tabla 12

Resultados del índice EPT

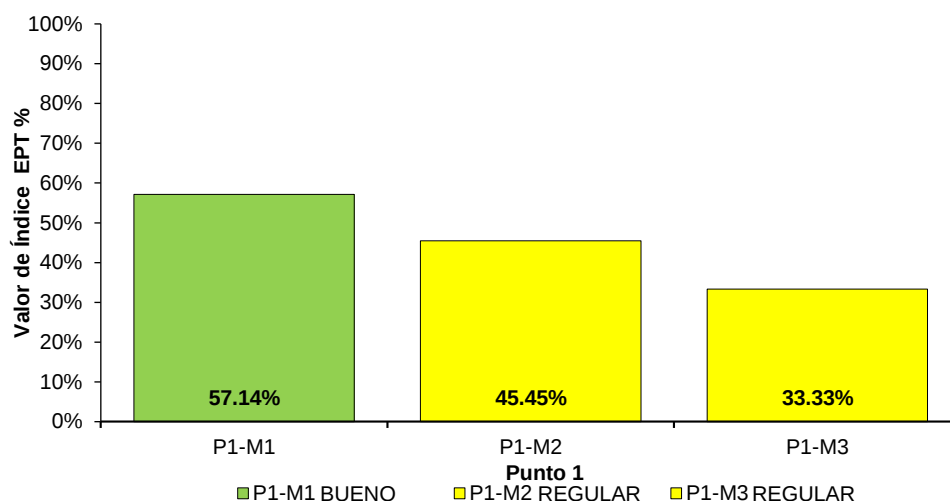
Puntos de muestreo	Punto 1			Punto 2			Punto 3			Punto 4			Punto 5		
	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P3	P3	P3	P4	P4	P4	P5	P5	P5
Muestras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Valores obtenidos del Índice EPT	57.14%	45.45%	33.33%	21.43%	45.68%	55.00%	17.07%	77.78%	26.67%	59.09%	28.57%	26.32%	66.67%	56.00%	66.67%

Nota. La tabla del índice EPT muestra diferencias marcadas entre los puntos de muestreo. En el Punto 1 se registran valores de 57.14%, 45.45% y 33.33%, reflejando una calidad biológica baja a moderada. El Punto 2 presenta una leve mejora con 21.43%, 45.68% y 55.00%, evidenciando cierta recuperación ecológica. En el Punto 3 los valores varían ampliamente (17.07%, 77.78% y 26.67%), indicando alta

inestabilidad ambiental. El Punto 4 muestra resultados dispares (59.09%, 28.57% y 26.32%), mientras que el Punto 5 destaca con los porcentajes más altos (66.67%, 56.00% y 66.67%), señalando una mejor condición biológica. En conjunto, los resultados evidencian una calidad del agua heterogénea, con zonas de resiliencia ecológica como en el Punto 5 y otras con mayor deterioro, lo que confirma la variación espacial de los efectos ambientales en el río Huancachupa.

Figura 19

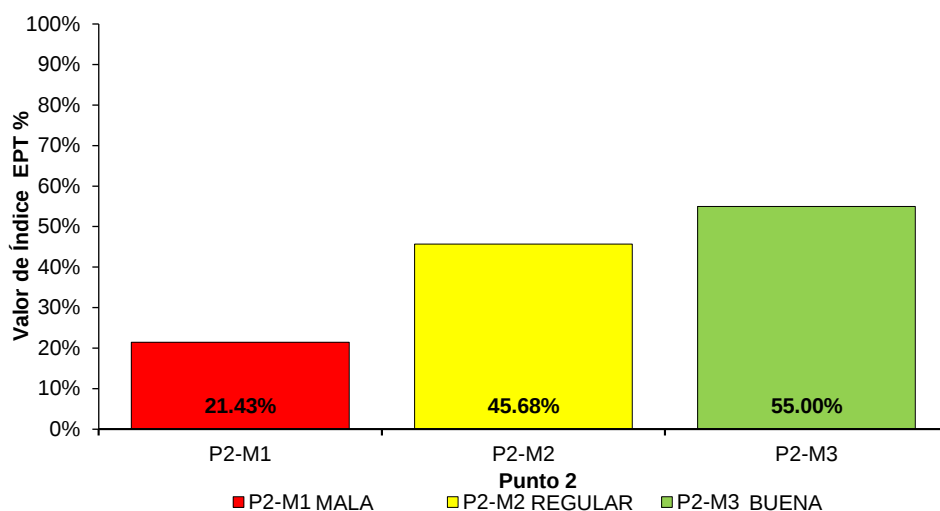
Valores obtenidos del índice EPT en el punto 1



Nota. En el Punto 1, los valores del índice EPT muestran diferencias entre las mediciones: El P1-M1 alcanza el valor más alto con 57.14%, clasificado como buena; El P1-M2 con 45.45% y P1-M3 con 33.33%, ambos en condición regular. Estos resultados reflejan una calidad del agua variable, con mejor estado en P1-M1 y menor estabilidad en P1-M3.

Figura 20

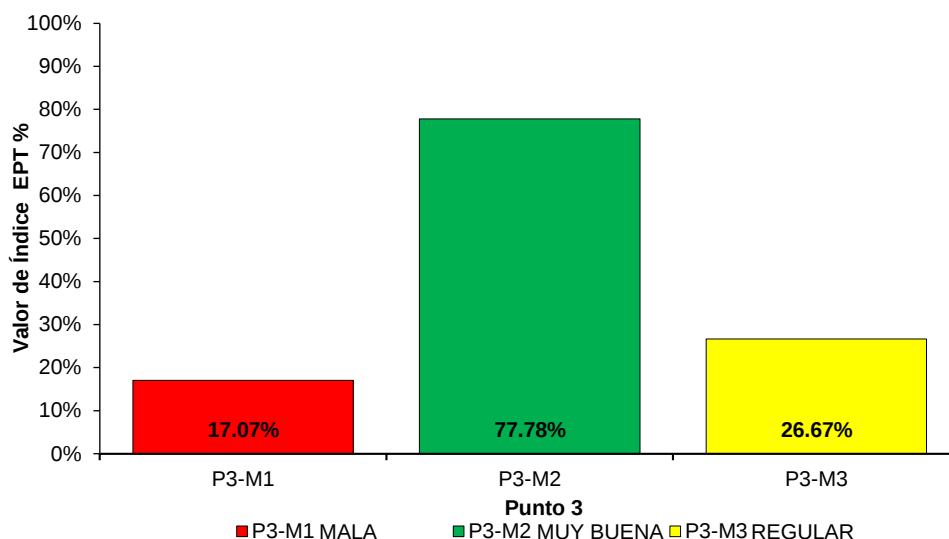
Valores obtenidos del índice EPT en el punto 2



Nota. En el Punto 2, el índice EPT evidencia variaciones claras entre las muestras: El P2-M1 registra el valor más bajo con 21.43%, correspondiente a una condición mala, el P2-M2 con 45.68%, clasificado como regular y el P2-M3 presenta el valor más elevado con 55.00%, considerado buena. En conjunto, los resultados señalan una calidad de agua heterogénea, destacando un mejor estado en P2-M3 y mayor deterioro en P2-M1.

Figura 21

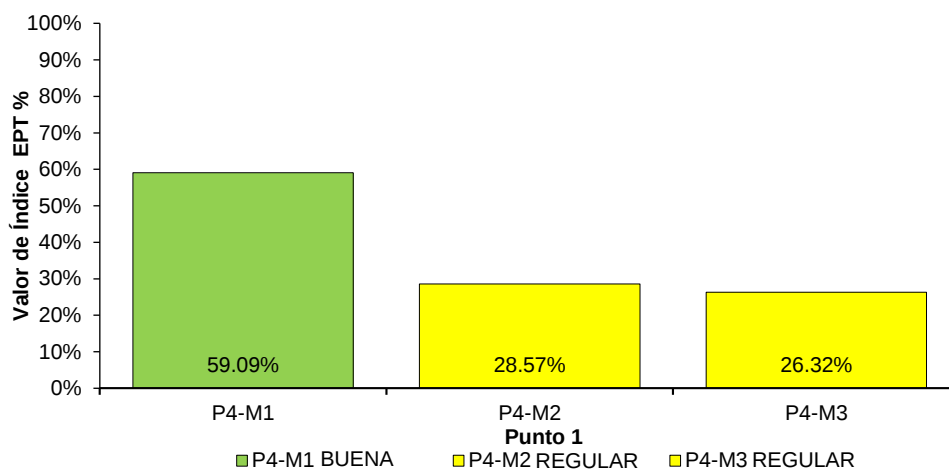
Valores obtenidos del índice EPT en el punto 3



Nota. En el Punto 3, los resultados del índice EPT muestran contrastes significativos: El P3-M1 presenta el valor más bajo con 17.07%, clasificado como mala. El P3-M2 alcanza el valor más alto con 77.78%, categorizado como muy buena y el P3-M3 con 26.67%, en condición buena. En general, se observa una calidad de agua desigual, con el mejor estado en P3-M2 y la situación más desfavorable en P3-M1.

Figura 22

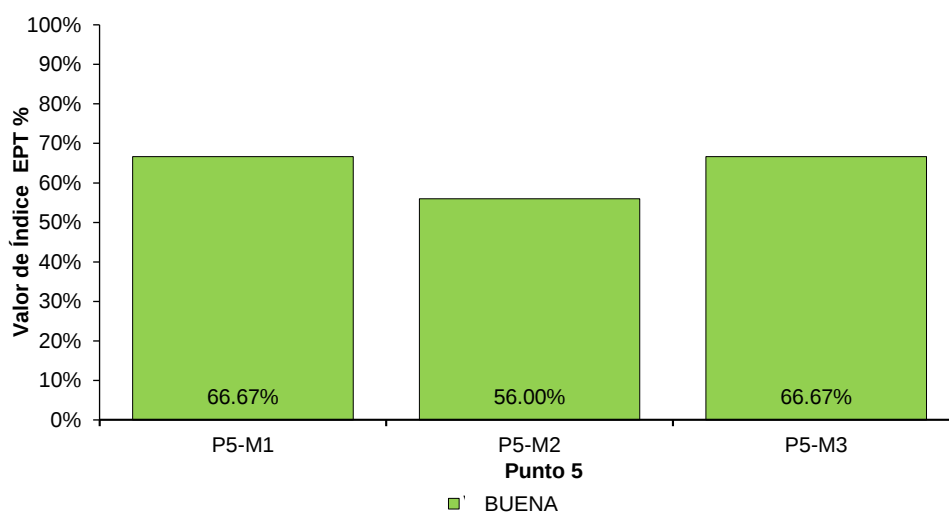
Valores obtenidos del índice EPT en el punto 4



Nota. En el Punto 4, el índice EPT refleja variaciones notorias entre las mediciones: P4-M1 registra el valor más alto con 59.09%, clasificado como buena; seguidos se encuentra P4-M2 con 28.57% y el P4-M3 con 26.32% ambos clasificado como regular. En conjunto, los datos muestran una calidad del agua heterogénea, destacando a P4-M1 como el de mejor condición y a P4-M3 como el de mayor deterioro.

Figura 23

Valores obtenidos del índice EPT en el punto 5



Nota. El gráfico muestra los valores del índice EPT del punto 5 lo cual se muestran diferencias leves entre las muestras: P5-M1 alcanza 66.67%, el P5-M2 con un 56.00% y el P5-M3 con un valor de 66.67% clasificando todas como buena. En general, los resultados indican una calidad de agua uniforme y favorable en este punto de muestreo.

4.1.4. COMPARACIÓN DE LOS ÍNDICES BMWP, ASPT Y EPT

Tabla 13

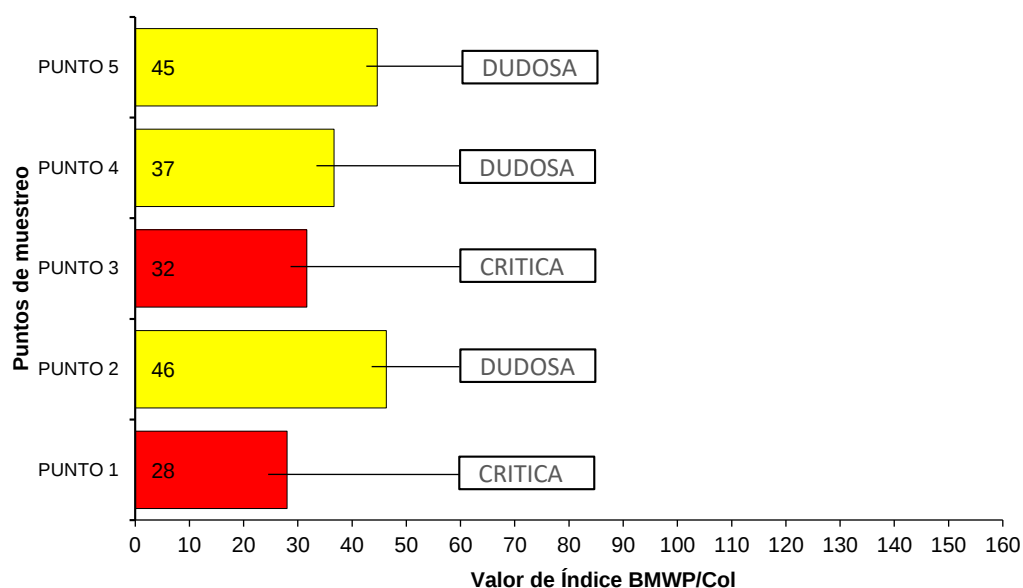
Resultados de los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT

Puntos de muestreo	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Valores obtenidos del Índice BMWP/Col	28	46	32	37	45
Valores obtenidos del Índice ASPT	2.00	3.31	2.26	2.62	3.19
Valores obtenidos del Índice EPT	45.31%	40.70%	40.51%	37.99%	63.11%

Nota. La comparación de los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT entre los cinco puntos de muestreo evidencia variaciones moderadas en la calidad ecológica del agua del río Huancachupa. El Punto 1 presenta la menor calidad, con valores bajos en todos los índices (BMWP: 28; ASPT: 2.00; EPT: 45.31%), reflejando alta contaminación y baja diversidad biológica. El Punto 3 muestra condiciones ligeramente superiores (BMWP: 32; ASPT: 2.26; EPT: 40.51%), aunque aún críticas. El Punto 2 registra una calidad intermedia (BMWP: 46; ASPT: 3.31; EPT: 40.70%), indicando un proceso de recuperación ecológica. El Punto 4 también mantiene una condición moderada (BMWP: 37; ASPT: 2.62; EPT: 37.99%), mientras que el Punto 5 se destaca con los valores más altos (BMWP: 45; ASPT: 3.19; EPT: 63.11%), evidenciando una comunidad más diversa y condiciones ambientales más estables y aceptables.

Figura 24

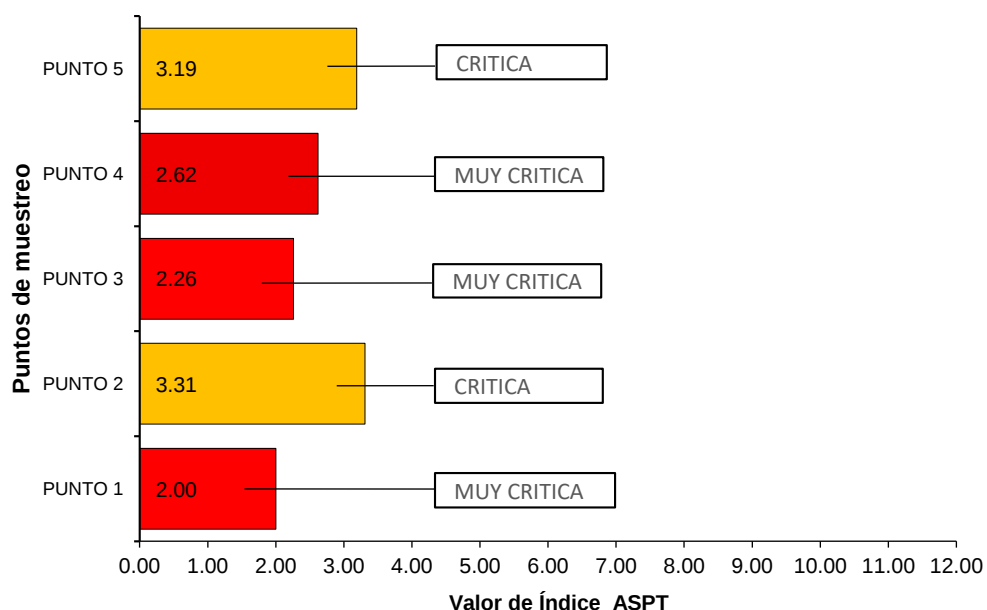
Resultados promedio con el índice BMWP/col



Nota. Los resultados del índice BMWP/Col muestran que la calidad del agua en los puntos de muestreo varía entre las categorías “crítica” y “dudosa”. El punto 2 con un valor de 46, el punto 4 con un valor de 37 y el punto 5 con un valor de 45, respectivamente, clasificándose como de calidad dudosa, lo que sugiere una posible alteración moderada del ecosistema acuático. Por otro lado, el punto 1 con un valor de 28 y el punto 3 con un valor de 32, se ubican en la categoría crítica, indicando condiciones ecológicas más deterioradas y mayor presencia de contaminación o presión antrópica.

Figura 25

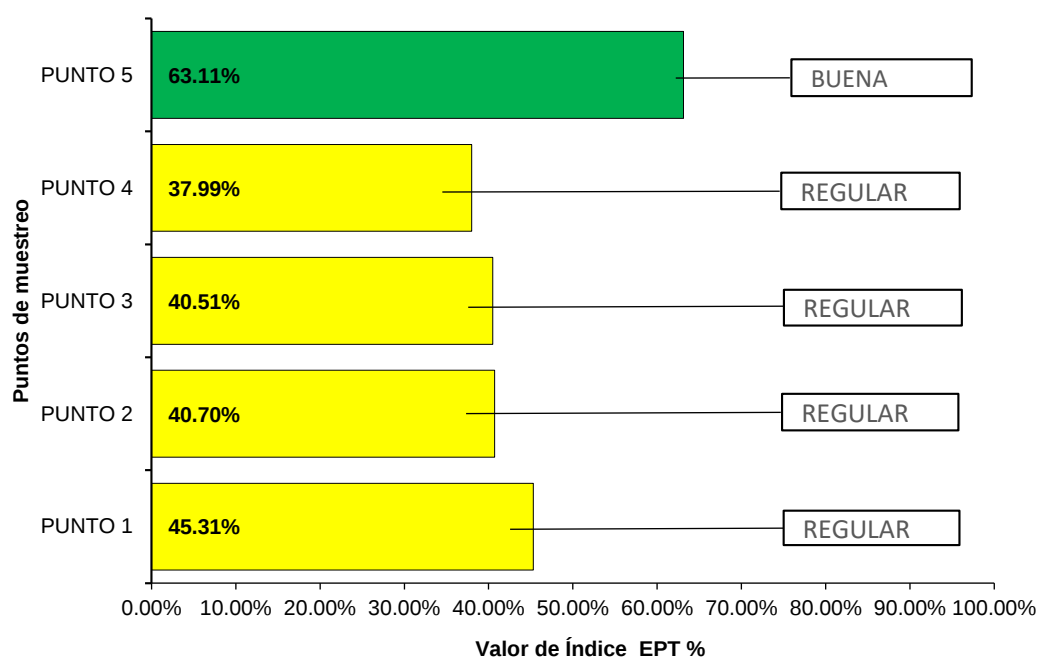
Resultados promedio con el índice ASPT



Nota. Los valores promedio del índice ASPT revelan un estado ecológico comprometido en la mayoría de los puntos de muestreo. El punto 1 con el valor de 2.00, el punto 3 con el valor de 2.26 y el punto 4 con el valor de 2.62, respectivamente, se clasifican en la categoría de calidad muy crítica, lo que indica una comunidad biológica dominada por organismos tolerantes a la contaminación, reflejando un alto nivel de deterioro ambiental. Por lo contrario, el punto 2 y el punto 5, con valores de 3.31 y 3.19, se ubican en la categoría crítica, lo cual, aunque sigue siendo indicativo de condiciones adversas, representa un estado relativamente mejor.

Figura 26

Resultados promedio con el índice EPT



Nota. El gráfico muestra los valores promedio del Índice EPT en cinco puntos de muestreo, donde se observa que solo el Punto 5 presenta una calidad "Buena" con un 63.11%, mientras que el punto 1 con un 45.31%, punto 2 con un 40.70%, punto 3 con un 40.51% y el punto 4 con un 37.99% se clasifican como "Regular". Estos resultados indican que el Punto 5 se encuentra con una buena diversidad de macroinvertebrados acuáticos mientras que en el resto de los sitios evaluados presentan condiciones ecológicas moderadas, posiblemente influenciadas por factores ambientales o antrópicos que afectan la diversidad de macroinvertebrados acuáticos.

4.2. CONTRASTACION DE HIPOTESIS

Hipótesis general:

Tabla 14

Prueba de normalidad

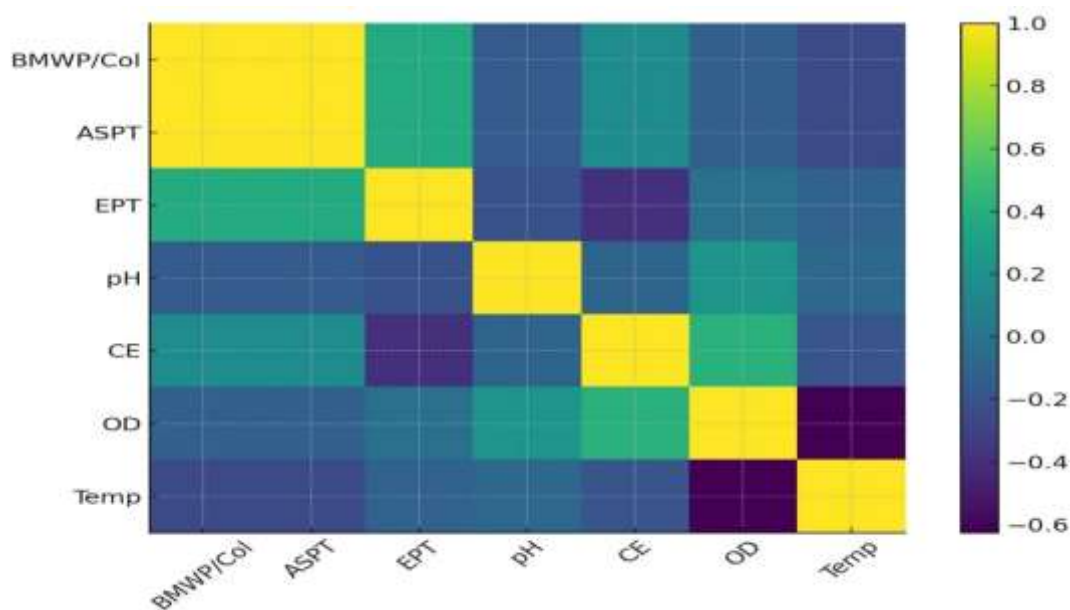
Prueba de normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
BMWP/Col	,978	15	,952
ASPT	,978	15	,950
EPT	,942	15	,408
pH	,936	15	,330
Conductividad Eléctrica	,950	15	,525
Oxígeno Disuelto	,946	15	,465
Temperatura	,961	15	,701

Nota. Prueba de normalidad de Shapiro–Wilk. Nivel de significancia $\alpha = 0.05$. Si $p > 0.05$, los datos presentan una distribución normal; si $p \leq 0.05$, los datos si se ajustan a la normalidad.

De acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, todas las variables mostraron valores superiores a $P > 0.05$, indicando ausencia de distribución normal. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula (H_0) de normalidad y se rechaza la alternativa (H_a). Esto permite asumir que los datos se distribuyen normalmente, habilitando el uso de pruebas paramétricas.

Figura 27

Correlación de Pearson



Nota. Correlación de Pearson

Los análisis de correlación de Pearson realizados entre los índices bióticos y los parámetros físico-químicos del río Huancachupa indican que no se presentan relaciones estadísticamente significativas por que los datos a utilizarse son mayores a 0.05 ($p > 0.05$). Sin embargo, se observó una correlación negativa significativa entre la temperatura y el oxígeno disuelto ($R = -0.626$; $p = 0.013$), lo que sugiere que el incremento de la temperatura provoca una reducción en la concentración de oxígeno en el agua. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se descarta la hipótesis alternativa (H_a), corroborando que no existe una relación significativa entre la calidad del agua y los parámetros físico-químicos.

- **Interpretación entre la tabla 14 y 15:**

En la Tabla 14 se acepta la hipótesis nula (H_0) de normalidad y se rechaza la alternativa (H_a), por lo que se considera que los datos siguen una distribución normal, permitiendo el uso de pruebas paramétricas. De manera que se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_a), evidenciando que no existe una relación estadísticamente significativa entre la calidad del agua y los parámetros físico-químicos.

- **Hipótesis específica 1**

Tabla 15

Comparación con el ECA

Parámetros	Unidad de medida	Promedio observado	Límite ECA–Agua Cat. 3 (D.S. N° 004-2017-MINAM)		Cumple / No cumple
			D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
pH	Unidad de pH	7.29	6.5 – 8,5	6.5 – 8.4	Cumple
Conductividad eléctrica	(μS/cm)	844.13	2 500	5 000	Cumple
Oxígeno disuelto	mg/L	6.88	≥ 4	≥ 5	Cumple
Temperatura	°C	17.83	Δ 3	Δ 3	Cumple

Nota. Límite ECA–Agua Cat. 3

Según los resultados obtenidos muestran que los valores promedio de los parámetros fisicoquímicos, se encuentran dentro de los límites establecidos por el D.S. N° 004-2017-MINAM Categoría 3 D1: riego de vegetales y D2: bebidas de animales. Por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna (Ha1) y se rechaza la hipótesis nula (H01), indicando que los parámetros fisicoquímicos evaluados cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental establecidos por la normativa vigente.

- **Hipótesis específica 2**

Tabla 16

Correlación de Pearson

		Correlación		
		BMWP/Col	ASPT	EPT
pH	Correlación de Pearson	-,155	-,155	-,214
	Sig. (bilateral)	,582	,580	,444
	N	15	15	15
Conductividad Eléctrica	Correlación de Pearson	,164	,164	-,392
	Sig. (bilateral)	,559	,560	,148
	N	15	15	15
Oxígeno Disuelto	Correlación de Pearson	-,125	-,126	-,018
	Sig. (bilateral)	,656	,655	,951
	N	15	15	15
Temperatura	Correlación de Pearson	-,253	-,253	-,112
	Sig. (bilateral)	,363	,363	,692
	N	15	15	15

Nota. Correlación de Pearson

Según la correlación de Pearson, los índices biológicos BMWP/Col, ASPT y EPT no presentan una relación significativa con los parámetros fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y temperatura), ya que los valores de p bilateral son mayores a 0.05. Las correlaciones observadas son débiles tanto en sentido positivo como negativo, lo que indica que las variaciones en los índices bióticos no dependen directamente de los cambios en las variables fisicoquímicas del agua. Por consecuencia, se rechaza la hipótesis alterna (Ha2) y se acepta la hipótesis nula (H02), indicando que la calidad ecológica del río Huancachupa responde más a factores ecológicos y ambientales combinados que a las variaciones individuales de estos parámetros.

- **Hipótesis específica 3**

Tabla 17

Prueba de ANOVA

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
BMWP/Col	Entre grupos	763,067	4	190,767	,586	,680
	Dentro de grupos	3252,667	10	325,267		
	Total	4015,733	14			
ASPT	Entre grupos	3,898	4	,974	,588	,679
	Dentro de grupos	16,562	10	1,656		
	Total	20,460	14			
EPT	Entre grupos	1243,666	4	310,916	,827	,537
	Dentro de grupos	3760,179	10	376,018		
	Total	5003,845	14			

Nota. Prueba de ANOVA

Según la prueba de variancia (ANOVA) aplicada a los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los puntos de muestreo, ya que los valores de significancia (Sig.) son mayores a 0.05 (BMWP/Col: 0.680; ASPT: 0.679; EPT: 0.537). Por consecuencia se acepta la hipótesis nula (H03) y se rechaza la hipótesis alterna (Ha3).

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados registrados en el río Huancachupa evidencian una calidad del agua variable, con valores de BMWP/Col entre 28 y 71, ASPT entre 2.00 y 5.07, y EPT entre 37.99% y 63.11%, clasificando los tramos entre condiciones dudosas a buenas. Estos hallazgos coinciden con Ynfante Valle (2025), De acuerdo con los índices EPT, BMWP/Col y ASPT, la calidad del agua del río Cantange se considera, en la mayoría de los puntos, entre dudosa y aceptable en ambas estaciones, atribuidas a actividades agrícolas y domésticas; por tanto, se está a favor de sus conclusiones sobre la influencia antrópica moderada. De igual manera, los resultados concuerdan con Alegría (2022), quien afirma que los macroinvertebrados bentónicos reflejan de forma sensible los cambios ecológicos y que los índices BMWP y EPT son confiables para monitorear ecosistemas altoandinos, lo cual se evidencia en la variación espacial detectada en el río Huancachupa. De tal manera que también coincide con Vila Gutiérrez (2024), quien observó que los gradientes altitudinales y las actividades humanas influyen directamente en la estructura de las comunidades acuáticas, situación comparable con las diferencias encontradas entre los puntos 1 y 5 del presente estudio.

Por otro lado, los valores físico-químicos dentro de los límites del D.S. N.º 004-2017-MINAM, pero con baja correspondencia con los índices biológicos, contrastan con Vásquez (2023), quien halló una correlación directa entre los parámetros físico-químicos y biológicos; en el caso del río Huancachupa, dicha relación no fue significativa, por lo que se está en desacuerdo con sus resultados. También se discrepa parcialmente con Cárdenas (2020), quien sostiene que el índice ASPT presenta alta sensibilidad en ambientes moderadamente contaminados; sin embargo, en este estudio, los valores ASPT mostraron baja variabilidad y sensibilidad estadística, lo que sugiere limitaciones de su aplicación local.

En contraste, los hallazgos difieren parcialmente del estudio de Alomía (2017) en la cuenca alta del río Huallaga, donde la calidad del agua varió de buena a regular, manteniéndose dentro de condiciones ecológicas estables. En el caso del río Huancachupa, aunque los parámetros fisicoquímicos permanecieron dentro de los límites establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM, la comunidad de macroinvertebrados evidenció una reducción en la diversidad biológica, reflejando una mayor presión ambiental asociada a actividades humanas cercanas a la zona de estudio.

Finalmente, los hallazgos apoyan la afirmación de Torrentes (2021) quien indica que los bioindicadores permiten detectar impactos que los análisis químicos no evidencian, lo que respalda la efectividad de los índices BMWP, ASPT y EPT para realizar una evaluación ecológica completa del río Huancachupa.

CONCLUSIONES

Tras evaluar la calidad del agua y analizar los resultados obtenidos mediante los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT, junto con la abundancia de macroinvertebrados acuáticos, es posible concluir que:

La evaluación de la calidad del agua del río Huancachupa mediante los índices bióticos BMWP/Col, ASPT y EPT mostró que la mayoría de las estaciones de muestreo se encuentran en un estado ecológico que va de dudoso a crítico, evidenciando un impacto ambiental moderado por actividades domésticas y agrícolas. En contraste, el Punto 4 presentó calidad aceptable o buena, reflejando un estado ecológico más favorable.

Los parámetros físico-químicos (pH, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y temperatura) se mantuvieron dentro de los límites establecidos por el D.S. N.º 004-2017-MINAM, Categoría 3, indicando que el agua es apta para riego y consumo animal. No obstante, la composición y presencia de macroinvertebrados evidencian alteraciones biológicas que no se detectan únicamente mediante el análisis físico-químico.

Los resultados de los índices BMWP/Col, ASPT y EPT evidenciaron cambios espaciales entre las diferentes estaciones del río, pero sin diferencias estadísticas significativas ($p > 0.05$), indicando que la calidad del agua es relativamente similar en todo el cauce. Estos resultados resaltan la efectividad de los macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores para la gestión ambiental y el monitoreo ecológico de ríos altoandinos.

RECOMENDACIONES

Con base en las conclusiones obtenidas en este estudio, se sugieren las siguientes recomendaciones:

Se recomienda que la Universidad De Huánuco realice un laboratorio especializado en macroinvertebrados bentónicos y monitoreo biológico de agua, con el fin de promover la investigación aplicada en calidad ecológica y apoyar la formación de estudiantes en análisis bioambiental.

Establecer un programa permanente de seguimiento del río Huancachupa a través de indicadores biológicos y parámetros físico-químicos., con el propósito de identificar oportunamente variaciones en la calidad del agua y orientar estrategias de conservación o recuperación del ecosistema.

Impulsar el trabajo conjunto entre la universidad, los gobiernos locales y el MINAM para desarrollar acciones coordinadas de monitoreo, capacitación y educación ambiental basadas en bioindicadores acuáticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abono, R. (s.f.). *Ambientum*. Obtenido de Ambientum https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/macroinvertebrados.asp
- Agua, A. N. (2017). *Síntesis del informe final del Proyecto Monitoreo Integrado de las metas del ODS 6 relacionadas con agua y saneamiento (GEMI)*. Obtenido de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/684>
- Alba, J. (2021). *Entomologia*. Obtenido de http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_40.pdf
- Alba-Tercedor, S.-O. y. (1998). *Contribución al conocimiento de los plecópteros (insecta,plecoptera) del parque natural de las sierras de almijara, tejeda y alhama y áreas próximas (sureste de españa), con especial referencia a sus singularidades faunísticas*. 169. Obtenido de <https://ecologia.ugr.es/sites/dpto/ecologia/public/inline-images/CONTRIBUCION-AL-CONOCIMIENTO-DE-LOS-PLECOPTEROS.pdf>
- ALEGRIA, J. A. (2022). *Determinación de la relación entre las propiedades fisicoquímicas del agua y macroinvertebrados acuáticos - santa carmen*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/TS_JALA_2022.pdf
- Alomía, J. (2017). *Macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad de las aguas de la cuenca alta del río huallaga, Perú*. The biologist (lima), 65-84. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/318292300/>
- ANA. (2022). *MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO Y RIEGO*: Obtenido de http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/file_content/05_MEMORIA%20ANUAL%202022_Final_0.pdf
- Andjus, S. (2024). *La métrica de insectos acuáticos (Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera) como herramienta importante en la evaluación de la calidad del agua en arroyos de montaña y colinas*. 06-16. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2073-4441/16/6/849>
- Cammaerts. (2012). *Clasificación de las aguas y su significado ecológico de acuerdo al índice ASTP*. 34-49. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/852/85263724007/html/>
- Capurro, L., Castro, M., Chalar, G., & Arocena, R. (2021). *Taxonomía y ecología de los oligochaeta de la cuenca del río negro y otros registros*

- para uruguay. 116-125. Obtenido de https://journal.szu.org.uy/index.php/Bol_SZU/article/view/180
- Cardenas, M. (2020). *Índices bióticos BMWP, ASPT y EPT*. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d6499211-3317-4fee-816d-977bfbdb5bc/content>
- Carranza Rivera, E. (2021). *Variabilidad espacial de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos acuáticos en un gradiente longitudinal del río Chotano - 2019. Chota*. Obtenido de <https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#4.01.02>
- César, M. T. (2021). *El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú*. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/280-Texto%20del%20art%C3%ADculo-667-1-10-20130816.pdf
- Condezo, C. (2023). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua en la microcuenca las Pavas distrito de Mariano Dámaso Beraun provincia de Leoncio Prado región Huánuco - 2022*. Obtenido de <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/4283>
- DIRESA. (2010). *Dirección Regional de Salud*. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf>
- Elias, J. D. (2021). *Efectividad de las especies de macroinvertebrados para discernir los niveles de contaminación en el medio acuático. MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS*, 55. Obtenido de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2971142>
- Fernandez, L. (2020). *ECOLOGIA VERDE*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-es-el-zooplancton-2666.html>
- Forero Céspedes, A. M., Gutiérrez, C., & Reinoso Flórez, G. (2016). *Composición y estructura de la familia Baetidae (Insecta: Ephemeroptera) en una cuenca andina colombiana*. 546. Obtenido de <https://hidrobiologica.izt.uam.mx/index.php/revHidro/article/view/1167/>
- Francis-Floyd, R. (2023). *Componentes del sistema de soporte vital acuático. Manual de veterinaria*. Obtenido de <https://www.msdivetmanual.com/es/animales-ex%C3%B3ticos-y-de-laboratorio/sistemas-acu%C3%A1ticos/componentes-del-sistema-de-soporte-vital-acu%C3%A1tico>
- Gamboa, M. (2008). *Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de salud ambiental*. Obtenido de

https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-46482008000200001

Gobierno Regional Huánuco. (2018). *DAR. Obtenido de DIAGNOSTICO AMBIENTAL REGIONAL HUANUCO*: Obtenido de http://www2.regionhuanuco.gob.pe/oficial/assets/documentos/DAR_2018.pdf

Gómez, E. B. (2018). *BNC CORPORATION*. Obtenido de <https://chatgpt.com/c/676f1b70-3d4c-800f-a3c9-632649d23e94>

Gómez, E. B. (2021). *Calidad de Agua*. 01-11. Obtenido de <https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/23747/2/Calidad%20del%20Agua%20Final.pdf>

Gonzáles, N. (2020). *Comunidades de macroinvertebrados: bio-indicadores de la calidad del agua en el Territorio Indígena Rama-Kriol*. Obtenido de <https://camjol.info/index.php/RCI/article/view/10438/12532>

Griera, A. L. (2023). *La protección de los ecosistemas marinos, clave para la salud de nuestro planeta*. Obtenido de <https://www.pactomundial.org/tribuna/la-proteccion-de-los-ecosistemas-marinos-clave-para-la-salud-de-nuestro-planeta>

Hernández, R. D. (18 de 10 de 2024). *Macroinvertebrados bentónicos e índices biológicos en ríos*. Obtenido de: <file:///C:/Users/User/Downloads/A3R14.pdf>

Huapi, N. (2013). *Comparación y aplicabilidad de índices bióticos para evaluar calidad de aguas en ambientes lóticos del Parque Nacional*. Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/34837/Documento_completo_.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Isaac Sacolick, S. (2021). *Cuatro estrategias de monitoreo integrado para mejorar las operaciones*. Obtenido de <https://www.computerweekly.com/es/consejo/Cuatro-estrategias-de-monitoreo-integrado-para-mejorar-las-operaciones-de-TI>

Jiménez, V. M. (2024). *Evaluación de un bosque ribereño mediante la aplicación del índice de calidad del bosque (QBR) para su adaptación en zonas tropicales de México*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0366-52322022000200421

Lamz, A., & González, M. (2013). *La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata*. Obtenido de scielo.sld.cu:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005

Lazaro, C. S. (2011). *La macrofauna del fondo marino*. Obtenido de <https://www.um.es/eubacteria/macrofauna.pdf>

Leiva, M. E. (2018). *Calidad del agua*. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/85922?utm_source=chatgpt.com

Lazaro, C. S. (2011). *La macrofauna del fondo marino*. Obtenido de <https://www.um.es/eubacteria/macrofauna.pdf>

Lopez, R. (2019). *Gaceta unam*. Obtenido de <https://www.gaceta.unam.mx/el-fitoplancton-basico-para-la-vida-en-la-tierra/>

Manuel, M. G. (2020). *Calidad del agua de las cuencas de Huacamarcanga y tres cruces mediante los indices de diversidad, equidad, BMWP, EPT y algunos parámetros físicos químicos*. La Libertad. Perú. 2020. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Documents/cachimbo/TESISS/Mora%20Tisnado%20Gustavo%20Manuel.pdf>

Mar, A. d. (2019). *Guía de los macroinvertebrados acuáticos de la cuenca del Segura*. En M. D. MAR. MADRID. Obtenido de <https://produccioncientifica.ucm.es/>

Mello, Á. X. (2025). *Bioindicadores*. Obtenido de <https://www.verdeurbano.uy/verdeteca/biondicadores>

Mendoza, S. L. (2019). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia)*. 01-18. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612019000200269

MINAM. (2020). *MINISTERIO DEL AMBIENTE*. Obtenido de https://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo1/biodiversidad/Lectura-Peru-Pais-Maravillosp_p99-p112.pdf

Ministerio de Desarrollo Agrario Y Riego [MIDAGRI]. (2021). *La zonificación ecológica económica potencial de los suelos*. Obtenido de www.midagri.gob.pe: <https://www.midagri.gob.pe/portal/43-sector-agrario/suelo>

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM). (07 de JUNIO de 2017). *Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua*. Obtenido de *NORMAS LEGALES*: Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

- MINSA. (1998). *Reglamento de la Calidad del Agua para*. Obtenido de https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf
- Mosquera Restrepo, D., & Peña-Salamanca, E. (2021). *Evaluación de la calidad del agua de un río tropical usando índices bióticos, físicoquímicos y de diversidad*. Colombia. Obtenido de <https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/220>
- Naranjo, L., Juan, C., & Del Castillo, P. (2013). *BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1813/181328708003.pdf>
- OEFA. (2023). *ORGANISMO DE EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL - OEFA*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2016/10/1.-Fiscalizaci%C3%B3n-ambiental-vinculada-a-las-aguas-residuales.pdf>
- ORGANIZACION DE NACIONES UNIDAS . (2023). *World Water Development Report*. Obtenido de <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2023>
- Palumbi, S. R. (2019). *Adaptación presente y futura de los conjuntos de especies marinas: Perspectivas basadas en el ADN sobre el cambio climático a partir de estudios de fisiología, genómica y evolución*. Obtenido de <https://tos.org/oceanography/article/present-and-future-adaptation-of-marine-species-assemblages-dna-based-insig>
- Roca, Á. R. (2011). *SINIA. Obtenido de Ciclos bioquímicos y acción de la actividad del hombre en la Naturaleza*: Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/ciclos-bioquimicos-accion-actividad-hombre-naturaleza>
- Rodríguez, S. (2021). *Calidad del agua y ecosistemas*. 101.179. obtenido de <https://repositorio.concytec.gob.pe/entities/publication/5e029779-f8a9-41b3-be23-69ef29f43c64>
- Roldan, G. (2018). *Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Universidad de Antioquia*. 10 - 19. Obtenido de https://descubridor.banrepcultural.org/discovery/fulldisplay/alma991008398999707486/57BDLRDC_INST:57BDLRDC_INST
- Rosa, C. d. (2020). *Ephemeroptera*. 01-18. Obtenido de <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/1049>
- Sánchez Tello, S. (1 de marzo de 2019). *Macroinvertebrados Bentónicos como Indicadores de la Calidad Biológica del Agua en la Quebrada*

Miraflores, Chirinos. Obtenido de
<https://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/123>

Sharma, C. M. (2019). *Calidad del agua en el Tercer Polo. 01-21*. Obtenido de
<https://www.researchgate.net/profile/Chhatra-Sharma>

Supo, J., & Zacarias, H. (2020). *Metodología de la Investigación Científica: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales (Spanish Edition)*. 3ra edición

Tampo, L., Kaboré, I., & Elliot H, A. (2021). *Macroinvertebrados bentónicos como indicadores ecológicos: su sensibilidad a la calidad del agua y las perturbaciones humanas en un río tropical*. Obtenido de
<https://www.frontiersin.org/journals/water/articles/10.3389/frwa.2021.662765/ful>

Torrentes, M. P. (2021). *Aplicación de tres índices bióticos en el río San. Mutis, 59-73*. Obtenido de
[file:///C:/Users/User/Downloads/ebiteca,+Gestor_a+de+la+revista,+v6\(2\)a06+v11.10.16%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/ebiteca,+Gestor_a+de+la+revista,+v6(2)a06+v11.10.16%20(1).pdf)

Yaagoubi, S., & Ovie Edegbene, A. (2025). *Evaluación del impacto de las prácticas agrícolas en la distribución estacional de efemerópteros, plecópteros y tricópteros (EPT): Un estudio basado en rasgos de EPT a nivel de género en los ecosistemas fluviales del norte de África*. Obtenido de
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969725013944>

Ynfante Valle, C. A. (2025). *Calidad del agua del Río Cantange mediante la presencia de macroinvertebrados bentónicos y su relación con los parámetros fisicoquímicos en temporada seca y lluviosa. CAJAMARCA*. Obtenido de
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/7822/TE%20SIS%20CARLOS%20ALBERTO%20YNFANTE%20VALLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zuarth, C. A. (2014). *Bioindicadores*. Obtenido de
<https://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1001/1752/1/PUB-CAPITULOS-LIBROS-961.PDF>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Orihuela Tadeo, J. (2026). Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Evaluación de la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variable	Metodología
¿Cuál es la calidad del agua del río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco, en base a los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT durante el año 2025?	Evaluar la calidad del agua del río Huancachupa mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT.	Ha. Existe relación de la calidad del agua mediante los índices BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco – 2025.	V. Dependiente Calidad del agua	Tipo de investigación El tipo de investigación que se plantea es según el número de variables analíticas es Ordinal; según la intervención del investigador, es una investigación sin intervención; según el control de los sesgos de medición es prospectivo; según el número de mediciones de la variable de estudio es transversal. (Supo & Zacarías, 2020).
Problema Especifico	Objetivo Especifico			Enfoque
¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del agua en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco?	Determinar las propiedades fisicoquímicas del agua en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco.	H0. No existe relación de la calidad del agua mediante los índices BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pillco Marca – Huánuco - 2025.	V. Independiente	De acuerdo a (Supo & Zacarías, 2020) la presente investigación presentará un enfoque cuantitativo.
¿Cuál es la calidad del agua mediante los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT en el distrito de Pillco Marca – Huánuco - 2025?	Determinar la calidad del agua según la interpretación de cada índice biótico BMWP, ASPT y EPT en el distrito de Pillco Marca – Huánuco - 2025.		Índices bióticos BMWP, ASPT y EPT	Diseño Diseño de investigación no experimental del tipo transeccional ya que no se manipulan las variables, solo se observan y analizan tal como ocurren en su entorno natural. (Supo & Zacarías, 2020)
¿Existen diferencias de calidad de agua entre los distintos puntos de muestreo a lo largo del río Huancachupa, según los resultados	Comparar los resultados obtenidos entre distintos puntos de muestreo a lo largo del río Huancachupa, según los			

obtenidos con los índices bióticos BMWP, ASPT y EPT?	índices bióticos BMWP, ASPT y EPT	Huánuco 2025.	–
---	--------------------------------------	------------------	---

Población y muestra

Se considera como población al río Huancachupa ubicado en el distrito de Pillco Marca, Huánuco e identificar los parámetros físico-químicos
La muestra conociste en los 5 puntos de muestreo y así en recolectar la mayor diversidad posible.

ANEXO 2

VALOR DEL ÍNDICE BMWP

CLASE CALIDAD		VALOR DEL BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	>150 101-120	Aguas muy limpias, no contaminadas o poco alteradas	Azul
II	Aceptable	61-100	Aguas ligeramente contaminadas	Verde
III	Dudosa	36-60	Aguas moderadamente contaminadas	Amarillo
IV	Critica	16-35	Aguas muy contaminadas	Naranja
V	Muy critica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	Rojo

ANEXO 3

VALOR DEL ÍNDICE ASTP

Valor ASPT	Clase de calidad	Significado ecológico (en términos de polución)	Rango inferior (límite + 10%)
≥ 6.00	Muy limpia	Agua muy limpia (de calidad no alterada)	6.00 – 6.60
5.40 – 5.99	Buena	Agua no contaminada o contaminación imperceptible	5.40 – 5.45
4.90 – 5.39	Aceptable	Agua con algún grado de contaminación	4.90 – 4.99
4.00 – 4.89	Dudosa	Agua contaminada	4.00 – 4.29
3.00 – 3.99	Crítica	Agua muy contaminada	3.00 – 3.20
1.00 – 2.99	Muy crítica	Agua fuertemente contaminada	1.00 – 2.10

ANEXO 4

VALORES DEL ÍNDICE EPT

CLASE	CALIDAD	VALOR DEL EPT
I	Muy Buena	75-100
II	Buena	50-75
III	Regular	25-50
IV	Mala	0-24

ANEXO 5

PANEL FOTOGRAFICO



Recolección de Macroinvertebrados en el punto 1.



Medición de los parámetros físico-químicos in situ punto 1



Recolección de macroinvertebrados en el punto 2 con la presencia del mg. Frank Camara Llanos



Medición de los parámetros físico-químicos in situ punto 2



Recolección de macroinvertebrados en el punto 3



Medición de los parámetros físico-químicos in situ punto 3



Recolección de macroinvertebrados en el punto 4



Medición de los parámetros físico-químicos in situ punto 4



Recolección de macroinvertebrados en el punto 5



Medición de los parámetros físico-químicos in situ punto 5



Agrupación de las muestras biológicas en frascos



Almacenamiento de las muestras biológicas en frascos

ANEXO 6

CERTIFICADO DEL RED DE SURBER



CERTIFICADO DE FABRICACIÓN

Producto : RED SURBER
Marca : b5c LAB
Modelo : 30 cm x 30 cm
Serie de Malla N° : B5-PS500249
Código de cliente : _____
Valor Nominal : 500µm
Valor Real Promedio : 508µm (*)
Fecha de Fabricación : 10-12-2024

PRUEBAS DE OPERATIVIDAD

PRUEBA	CONFORME	NO CONFORME
Resistencia de anclaje de frasco	✓	
Apertura/cierre de cuadrantes	✓	
Resistencia de cuerpo de red	✓	
Resistencia de costura	✓	

El equipo cumple con las especificaciones técnicas y con los requisitos de operatividad mínimos.

(*) El Valor Real Promedio, expresado en números enteros, corresponde al promedio de 10 lecturas realizadas en parches al azar de la Malla con N° de Lote B5000623, mediante la intercomparación con una Lámina Patrón con certificado de calibración ILA - 359 - 2019.

Lima, 11 de 12 del 2024

BIOSERVICE CONSULTING
& LABORATORY

GERENCIA GENERAL

BLGO. YAJAYRA VARGAS V.
Gerente General

ANEXO 7

MONITOREO HIDROBIOLOGICO EN CAMPO

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

TITULAR: Onihuela Tadeo Jampier Antony
TESIS: Evaluación de la calidad del Agua mediante los índices Bioticos
BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachupa, distrito de Pilloco
Marca - Huánuco - 2025.

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del Punto de Control: P1-M "

Tipo de muestra: Agua Superficial

Descripción:

UBICACIÓN

DISTRITO:	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Pilloco Marca	Huánuco	Huánuco

COORDENADAS U. T. M.

Norte: 8897277

Este: 363785

zona: Aguas Abajo

Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo
	Semanal, mensual, trimestral o semestral
Macroinvertebrados	Punto 1

Imagen del punto.

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

TITULAR: Orihuela Tadeo Jampier Antony
 TESIS: Evaluación de la Calidad del Agua Mediante los índices Bioticos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachugac, distrito de Pillo Marco - Huánuco - 2025.

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del Punto de Control: P2-M "

Tipo de muestra: Agua Superficial

Descripción:

UBICACIÓN

DISTRITO:	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Pillo Marco	Huánuco	Huánuco

COORDENADAS U. T. M.

Norte: 8897729

Este: 363574

zona: Paradero Cayron

Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo
	Semanal, mensual, trimestral o semestral
Macroinvertebrados	Punto 2

Imagen del punto.

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

TITULAR: Orhualdo Tadeo Jampier Antony
TESIS: Evaluación de la calidad del Agua mediante los índices
Bioticos, BMWB, ASPT y EPT en el río Huancachupa,
Distrito de Pilloco Marca - Huánuco - 2025.

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del Punto de Control: P3-M^a "

Tipo de muestra: Agua Superficial

Descripción:

UBICACIÓN

DISTRITO:	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
Pilloco Marca	Huánuco	Huánuco

COORDENADAS U. T. M.

Norte: 8896842 Este: 361609 zona: Punto Medio

Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo
	Semanal, mensual, trimestral o semestral
Macromicroorganismos	Punto 3

Imagen del punto.

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

TITULAR: *Ortúela Tadeo Jampiro Antony*
 TESIS: *Evaluación de la calidad del Agua Mediante los Índices Bioticos BMWP, ASTP y EPT en el río Huancachup, Distrito de Pillco Marca - Huancayo - 2025.*

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del Punto de Control: *P4-M''''*

Tipo de muestra: *Agua Superficial*

Descripción:

UBICACIÓN

DISTRITO:	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
<i>Pillco Marca</i>	<i>Huancayo</i>	<i>Huancayo</i>

COORDENADAS U. T. M.

Norte: *8896423*

Este: *359896*

zona: *Espejo de Agua
Casa Blanca*

Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo
	Semanal, mensual, trimestral o semestral
<i>Macrainvertebrados</i>	Punto 4

Imagen del punto.

ANEXO 2. FICHA TÉCNICA

PUNTO DE CONTROL DE MONITOREO HIDROBIOLÓGICO

TITULAR: *Enihuela Tadeo Jampier Antony*
 TESIS: *Evaluación de la Calidad del Agua Mediante los índices biológicos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancachopra, Distrito de Pillco Marca - Huánuco - 2025.*

IDENTIFICACION DEL PUNTO

Código del Punto de Control: *P5-M^u 9*

Tipo de muestra: *Agua Superficial*

Descripción:

UBICACIÓN

DISTRITO:	PROVINCIA	DEPARTAMENTO
<i>Pillco Marca</i>	<i>Huánuco</i>	<i>- Huánuco</i>

COORDENADAS U. T. M.

Norte: *8895993*

Este: *359162*

zona: *Pueblo de Cayran*

Plan de Monitoreo

Parámetro	Frecuencia de Monitoreo
	Semanal, mensual, trimestral o semestral
<i>Macroinvertebrados</i>	<i>Punto 5</i>

Imagen del punto.

ANEXO 8

PARAMETROS FISICOQUIMICOS EN CAMPO

 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL 								
TÍTULO: Evaluación de la calidad del agua mediante los índices biológicos BMWP, ASPT y EPT en el río Huancochaga, Distrito de Pillco Marca - Huánuco - 2025.								
TESISTA: Ornela Tadeo Jampier Antony						FECHA: 11/07/2025		
Puntos de muestreo	submuestras	Día	Hora	Temperatura °C	Conductividad eléctrica	pH	Oxígeno Disuelto	COORDENADAS
Punto 1	M1	11/07	06:30	16.8	899	7.29	8	E: 363785 N: 8897277
	M2	11/07	06:35	15.3	945	6.7	7.8	
	M3	11/07	06:40	14.6	796	7.81	8.2	
Punto 2	M1	11/07	07:30	17.5	956	6.96	7.5	E: 363574 N: 8897129
	M2	11/07	07:40	17.3	876	7.22	7.3	
	M3	11/07	07:50	17.6	798	7.27	7.6	
Punto 3	M1	11/07	11:50	18.2	875	8.2	7	E: 361609 N: 8896842
	M2	11/07	12:10	18.2	632	7.4	6.9	
	M3	11/07	12:20	17.9	984	7.5	7.1	
Punto 4	M1	11/07	14:30	15.3	762	7.1	5.4	E: 359896 N: 8896423
	M2	11/07	14:40	20.8	785	6.99	5.6	
	M3	11/07	14:50	21.2	750	7.1	5.2	
Punto 5	M1	11/07	15:50	19.1	891	7	6.5	E: 359162 N: 8895993
	M2	11/07	16:00	18.7	921	7.39	6.7	
	M3	11/07	16:10	18.4	742	7.43	6.4	


 Ornela Tadeo Jampier Antony
 Tesista

ANEXO 9

CATALOGO DE MACROINVERTEBRADOS



Genero Andesiops



Genero Aphrosylus



Genero Austrelmis



Genero Baetodes



Genero Camelobaetidius



Genero Corynoneura



Genero Cricotopus



Genero Heterelmis



Genero Leptohyphes



Genero Leptonema



Genero Limnophora



Genero Limonia



Genero Microcylloepus



Genero Molophilus



Genero Mortoniella



Genero Nectopsyche



Genero Onconeura



Genero Orthocladinae



Genero Ostracoda



Genero Physa



Genero Psychoda



Genero Psychoda



Genero Simulim



Genero Smicridea



Genero Thraulodes

ANEXO 10

MACROINVERTEBRADOS IDENTIFICADOS

CONSTANCIA DE ANÁLISIS HIDROBIOLÓGICO

Por el presente se deja constante que se realizó el análisis taxonómico de macroinvertebrados bentónicos continentales pertenecientes a los códigos Punto 1, Punto 2, Punto 3, Punto 4 y Punto 5 utilizando metodología estandarizada (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10500. 24th Ed. 2023, Benthic Macroinvertebrates. Standard Methods for the examination of water and wastewater).

Coordenadas geograficas 18L WGS 84		
ESTACIONES	ESTE	NORTE
Punto 1	363785	8897277
Punto 2	363574	8897129
Punto 3	361609	8896842
Punto 4	359896	8896423
Punto 5	359162	8895993

- Punto 1: incluye tres replicas (P1-M1, P1-M2 y P1-M3)
- Punto 2: incluye tres replicas (P2-M1, P2-M2 y P2-M3)
- Punto 3: incluye tres replicas (P3-M1, P3-M2 y P3-M3)

Phylum	Clase	Orden	Familia	Genero/Especie	Estadio	P1-M1	P1-M2	P1-M3	P2-M1	P2-M2	P2-M3	P3-M1	P3-M2	P3-M3	P4-M1	P4-M2	P4-M3	P5-M1	P5-M2	P5-M3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Simuliidae	Simulium sp.	Larva	0	2	0	0	5	7	31	1	17	4	0	0	1	5	3
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Corynoneura sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Cricotopus sp.	Larva	2	0	1	0	16	8	1	0	2	4	2	3	2	3	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Onconeura sp.	Larva	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Chironomidae	Orthocladinae ND*	Larva	0	0	0	0	5	1	1	0	0	1	0	1	0	2	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Muscidae	Limnophora sp.	larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Psychoda sp.	Larva	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Psychodidae	Psychoda sp.	Pupa	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	Limonia sp.	Larva	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Tipulidae	Molophilus sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Diptera	Dolichopodidae	Aphrosylus sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Andesiops sp.	Ninfa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Camelobaetis sp.	Ninfa	0	1	0	0	8	5	0	0	2	0	0	0	0	0	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Baetidae	Baetodes sp.	Ninfa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae	Thraulodes sp.	Ninfa	2	2	0	1	0	8	0	0	3	6	2	0	3	3	1
Arthropoda	Insecta	Ephemeroptera	Leptohyphidae	Leptohyphes sp.	Ninfa	1	1	1	0	10	6	1	0	2	3	0	0	0	1	5
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Smicridea sp.	Larva	0	0	0	0	13	9	3	6	0	13	0	4	1	3	1
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Hydropsychidae	Leptonema sp.	Larva	0	0	0	1	2	3	1	1	0	1	0	0	3	0	3
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Glossosomatidae	Martaniella sp.	Larva	1	1	0	1	4	2	0	0	1	1	0	1	0	6	0
Arthropoda	Insecta	Trichoptera	Leptoceridae	Nectopsyche sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Microcyloepus sp.	Adulto	1	0	0	0	7	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Austrelmis sp.	Larva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	Elmidae	Heterelmis sp.	Larva	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	2
Arthropoda	Ostracoda	-	-	Ostracoda ND**	Adulto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Mollusca	Gastropoda	Lymnaeida	Physidae	Physa sp.	Adulto	0	4	1	11	6	5	0	0	3	5	2	9	1	1	0

*=Subclase

**=Clase

La clasificación taxonómica está basada en itis.gov


 Leiva Costa Joseph David
Lic. en Biología
C.B.P. 16695

22 de julio del 2025

ANEXO 11

UBICACIÓN

