



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de
la calidad acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Apagüño Córdova, Jhoany Mishel (orcid.org/0000-0002-4593-761X)

Cachay Núñez, Ruth Gabriela (orcid.org/0000-0001-7724-3439)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (orcid.org/0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

TARAPOTO – PERÚ

2022

Dedicatoria

A nuestro creador por otorgarnos la vida, salud y la necesaria sabiduría en nuestra vida cotidiana, lo que nos permitió el desarrollo adecuado de nuestros estudios y la finalización del proyecto de investigación

A nuestros padres, por ser ejemplos de perseverancia y apoyo incondicional, los que nos inculcaron valores, aliento para lograr el progreso como personas y profesionales.

“Ruth Gabriela y Jhoany Mishel”

Agradecimiento

Gracias a todas las personas, quienes han creído en nosotras, dándonos ejemplo de superación, humildad y sacrificio, enseñándonos a valorar todo lo que tenemos porque han fomentado en nosotras el deseo de superación y de triunfo en la vida.

Gracias a la empresa TUSAN Ingenieros Consultores SAC por facilitarnos los equipos para ejecutar la tesis.

“Ruth Gabriela y Jhoany Misher”

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA	29
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	29
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, muestra y muestreo	32
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.5. Procedimientos	38
3.6. Método del análisis de datos	43
3.7. Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
V. DISCUSIÓN	61
VI. CONCLUSIÓN	66
VII. RECOMENDACIONES	67
REFERENCIAS	68
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1: ECA para agua, categoría 4 y sub categoría E2.....	191
Tabla 2: INDICE BMWP.....	2729
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	312
Tabla 4: Especificaciones técnicas de las muestras recolectadas.....	323
Tabla 5: Ficha de registro de campo	367
Tabla 6: Materiales e instrumentos.....	378
Tabla 7: Resultados de los parámetros fisicoquímicos y la valoración biológica (índice BMWP) de la evaluación en los meses marzo y abril.....	45
Tabla 8: Biological Monitoring Working Party (BMWP-DBO5)	478
Tabla 9: Biological Monitoring Working Party (BMWP-Turbidez).....	489
Tabla 10: Correlación de Pearson para los parámetros fisicoquímicos	4950
Tabla 11: Resultados de los parámetros microbiológicos y la valoración biológica (índice BMWP) de la evaluación en los meses marzo y abril.....	5051
Tabla 12: Correlación del índice BMWP y el parámetro de Coliformes Termotolerantes (CT).....	511
Tabla 13: Composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos encontrados en el río Cumbaza, San Martín 2022, pertenecientes al mes de marzo y abril.....	523
Tabla 14: Cuantificación total por familia y su porcentaje de la composición taxonómica de los bioindicadores bentónicos encontrados en los puntos de muestreo del río Cumbaza, San Martín, 2022, marzo	534
Tabla 15: Cuantificación total por familia y su porcentaje de la composición taxonómica de los bioindicadores bentónicos encontrados en los puntos de muestreo del río Cumbaza, San Martín, 2022, abril. ¡Error! Marcador no definido.	6
Tabla 16: Clasificación de las aguas y su interpretación ambiental de acuerdo a BMWP.	578
Tabla 17: Calidad del agua del río Cumbaza de acuerdo a los macroinvertebrados y los índices de diversidad (Shannon-Wiener e índice de Simpson) índice de riqueza (Margalef) y el índice de abundancia (equidad Pielou) y BMWP correspondientes al mes de marzo.....	589

Tabla 18: Calidad del agua del río Cumbaza de acuerdo a los macroinvertebrados y los índices de diversidad (Shannon-Wiener e índice de Simpson) índice de riqueza (Margalef) y el índice de abundancia (equidad Pielou) e índice BMWP, correspondientes al mes de abril.....5960

Índice de Figuras

Figura 1: Partes de un macro invertebrado.	212
Figura 2: Macroinvertebrado de orden plecóptera de la familia perlidae.	223
Figura 3: Macroinvertebrado de orden megaloptera de la familia Coridalidae.	233
Figura 4: Macroinvertebrado de orden Ephemeroptera de la familia baetidae.	234
Figura 5: Macroinvertebrado de orden Coleoptero de la familia Elmidae..	245
Figura 6: Macroinvertebrado de orden coleóptero de la familia Disersus.	245
Figura 7: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo	345
Figura 8: Relación entre el BMWP con los parámetros fisicoquímicos del mes de marzo.	5446
Figura 9: Relación entre el BMWP con los parámetros fisicoquímicos del mes de abril.....	47
Figura 10: Cantidad de familias de macro invertebrados en marzo.	55
Figura 11: Porcentajes de familias de macro invertebrados en abril.....	56
Figura 12: Nivel de calidad del agua por la DBO del mes de marzo-abril.	57
Figura 13: Nivel de calidad del agua por la DQO del mes de marzo-abril.....	58

Resumen

Las descargas de agua residual que se introducen a las aguas impactan su calidad, una forma práctica de evaluarlas es mediante bioindicadores. El objetivo fue Analizar el uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad acuática, río Cumbaza, región San Martín, Perú en marzo y abril de 2022. Se recolectaron 123 especies en marzo y 128 especies en abril en tres puntos muestreados a lo largo de la fuente (cabecera de cuenca, parte media y parte baja), además las muestras de agua para las cuantificaciones físicoquímicas. Los resultados indicaron la DBO5 inferiores a <2 mg/L, esta condición ayudó a la proliferación de la especie *Perlidae*, sin embargo la parte baja (P3) las actividades antrópicas relacionadas al sector urbano, con pequeñas localidades y asentamientos humanos de Santa Rosa, San Juan y Tarapoto, descargan altas concentraciones de coliformes totales (160 000.00 NPM/100ml) y *Escherichia coli* (92 000.00 NMP/100ml) con cierta presencia de nutrientes y baja proliferación de macroinvertebrados como la *Aeshnidae* con puntuación 6, con sensibilidad media a la contaminación. El río Cumbaza que fluye hacia la ciudad de Tarapoto presentó una calidad aceptable en P1, dudosa en P2 y crítica en P3.

Palabras clave: Macroinvertebrados, Calidad de agua, Bioindicadores, río Cumbaza.

Abstract

Residual water discharges that are introduced into fresh waters impact their quality, a practical way to evaluate them is mediating bioindicators. The objective of this study was to analyze the use of benthic macroinvertebrates as bioindicators of aquatic quality, Cumbaza river, San Martin, Peru in March and April 2022. 123 species were collected in March and 128 species in April at three sampled points along the river (upper, middle and lower part), in addition to the water samples for the physicochemical parameters. The results indicated the BOD5 lower than <2 mg/L, this condition helped the destruction of the *Perlidae* species, however the lower part (P3) the anthropic activities related to the urban sector, with small towns and human settlements of Santa Rosa, San Juan and Tarapoto discharge high concentrations of total coliforms (160,000.00 NPM/100ml) and *Escherichia coli* (92,000.00 NMP/100ml) with a certain presence of nutrients and low power of macroinvertebrates such as the *Aeshnidae* with a score of 6, with medium sensitivity to pollution. The Cumbaza river that flows towards the city of Tarapoto presented an acceptable quality in P1, doubtful in P2 and critical in P3.

Keywords: Macroinvertebrates, water quality, Bioindicators, Cumbaza river, *Perlidae*

I. INTRODUCCIÓN

El agua es considerada un elemento fundamental para la biota terrestre, pero cada vez es más escasa (Quishpi, et al, 2018), las urbes grandes dependen de la calidad y volumen de agua que proveen las diversas fuentes, las cuales abastecen de agua para diferentes actividades como la industria, agricultura y recreación (Herrera & Burneo, 2019).

La contaminación acuática se considera uno de los problemas ambientales habituales en el país, debido a que la fragilidad de estos sistemas afecta la biodiversidad, lo que demuestra que el 72% del recurso hídrico está contaminado por descargas industriales y urbanas, de esta forma, provocan enfermedades infecciosas que afectan a parte de la población que lo consume (Cusiche y Miranda, 2019).

El incremento productivo de contaminantes nuevos crea la necesidad de utilizar diferentes metodologías para analizar parámetros fisicoquímicos, entre estos métodos se encuentra el uso de indicadores biológicos, con el uso de macroinvertebrados (López, et al., 2019), una forma eficiente y económica de conocer el grado de afectación y el tipo de contaminante constituido en el cuerpo receptor es utilizar diversas entidades acuáticas como bioindicadores de estas perturbaciones (Terneus & Yañez, 2018).

Un indicador biológico de la calidad del agua es un conjunto de especies que tienen requerimientos ambientales elevados, organismos específicos con respecto a un grupo de variables fisicoquímica, estos organismos pueden manifestar cambios en su morfología, cantidad, distribución espacial o comportamiento cuando se alteran las condiciones ambientales (Terneus & Yañez, 2018). Los indicadores biológicos que utilizan una sola variable como la composición taxonómica se conocen como índices unimétricos (Fernández, et al. 2018). Los macroinvertebrados que habitan en fuentes lólicas se desarrollan en un ambiente cambiante, debido a la dinámica hidráulica, por lo que muestran variadas características funcionales (Motta, et al, 2017). Los macroinvertebrados bentónicos de las fuentes de agua son ricos y variados, los cuales cumplen un importante rol en el mantenimiento de la función metabólica (Buenaño, 2018). Los grupos taxonómicos de macroinvertebrados bentónicos se estudiaron de forma desigual, algunos conjuntos como crustáceos o

insectos provienen en gran parte de investigaciones limnológicas, así como de taxonomía y filogenia (Morales, et al., 2017).

Las especies indicadoras son aquellos organismos que ayudan a la interpretación de cualquier fenómeno, evento pasado o actual concerniente al estudio del ambiente, ofreciendo ventajas ya que se encuentran en casi todos los ambientes biológicos, estos organismos, comunidad y población son sensibles a alteraciones físicas y químicas del agua como también a la calidad del hábitat (Carter, et al., 2017), recientemente se ha reportado el aumento de los efectos de las actividades ganaderas, mineras y actividades agrícolas sobre comunidades de macroinvertebrados (Ramírez, et al., 2018).

Estos organismos están continuamente expuestos al medio en el que viven y otras familias son ampliamente conocidas por su tolerancia a la contaminación, como los Chironomidae (Chagas, et al., 2017). Los macroinvertebrados bentónicos se ven afectados por cambios en los sistemas acuáticos, en los que su población aumenta o disminuye. Este conocimiento sobre las especies puede ser utilizado para comprobar la calidad del agua, ya que estos organismos responden a las variaciones ambientales (Chagas, et al., 2017), por lo que se han utilizado bioindicadores bentónicos para identificar el atributo del agua de ríos y lagos, debido a que su la distribución y ocurrencia están relacionadas con múltiples factores ambientales (De Queiroz, et al., 2018).

Por otro lado, mencionamos a los siguientes índices lo que nos permitirá identificar la calidad del agua; **Shannon-Wiener**: este índice (H') considera que los individuos son muestreados aleatoriamente de una indefinida población grande y que todas las especies que conforman la comunidad o hábitat se representan en la muestra, (Mazon y Pino, 2018). Shannon posee valores de 0 y 3, por lo que si es superior a 3 existe alta diversidad, si va de 2 a 3 las especies se encuentran en equilibrio y si el valor es menor a 2 es poca la diversidad, Twining et al.; (2019). **Índice de Simpson**: Es un parámetro que determina la medición de la riqueza de organismos de un área valuada, se pondera partiendo de la cantidad de organismos hallados y su abundancia relativa, el índice tiene valores entre 0 y 1, lo que indica que entre más cerca se encuentre del 1 habrá mayor diversidad (buena calidad del agua) y entre más cerca del 0 su diversidad será menor (baja o mala calidad del agua), (Vaughan y Gotelli, 2019). **Índice de Margalef**: determina la riqueza donde

convierte la cantidad de macroinvertebrados descubiertas por muestra a una cantidad, las especies se añaden por distribución de la muestra, indican que los valores menores a 2 se muestran como áreas de diversidad baja mostrando aguas de mala calidad y los valores superiores de 5 indican alta diversidad y buena calidad del agua (Murugesan et al.;2020). **Equidad de Pielou:** calcula la cantidad de diversidad encontrada con relación a la diversidad máxima esperada, su rango es de 0 a 1, de forma que uno concierne a situaciones donde todas las especies son abundantes igualmente indicando calidad buena del agua (Vaughan y Gotelli, 2019). Además, se evaluarán los Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos lo cual son útiles para determinar las concentraciones de los contaminantes, de acuerdo a ello identificar la calidad del agua y determinar si es apto para el consumo humano u otros usos.

En el Perú el río Cumbaza según la Zonificación Económica y Ecológica (ZEE) está en constante peligro por la deforestación la que pone en riesgo la disponibilidad del recurso hídrico y el abastecimiento de más de 240 mil usuarios pertenecientes a las localidades de Tarapoto, Morales y Banda de Shilcayo, aparte de que lo usan para actividades vinculadas a las recreativas, pecuarias, agrícolas, piscícolas entre otras (CGMC, 2021). Considerando la importancia de los macroinvertebrados bentónicos para los procesos ambientales, se consideró al río Cumbaza, ya que se considera como la fuente hídrica de importancia en la región San Martín, por ello el muestreo de calidad del agua contempla normalmente análisis de potencial de hidrógeno, conductividad, temperatura, DQO y DBO, las cuales permiten inferencias sobre las condiciones ambientales actuales, sin embargo el elevado precio de estos análisis, también es de necesidad largos periodos de monitoreos para conocer las causas y efectos de una contaminación posible (Lima, et al., 2018).

La estimación de calidad del agua del río Cumbaza, permitió identificar el nivel de contaminación que alteran la cuenca, esto se debe al desarrollo incontrolable de las actividades humanas, así como a los procesos naturales, según análisis cualitativos y cuantitativos de macroinvertebrados que están siendo considerados como indicadores biológicos de calidad del agua, porque es importante su existencia, lo que permite determinar el estado del recurso, de tal forma que se

puedan plantear alternativas de solución que ayuden a mitigar los impactos que destruyen .

Para controlar la degradación de los recursos hídricos es necesario sensibilizar a toda la población, especialmente a los que habitan en las orillas de los ríos, ya que, si son conscientes de los efectos del deterioro, se considera que la ciudadanía participaría ayudando a conservar el recurso más aun sabiendo que la existencia de macroinvertebrados es importante para contrarrestar la calidad del agua (Cusiche y Miranda, 2019).

Por todo lo anterior, la **justificación práctica** se da porque la investigación ayuda a solucionar problemas ambientales que se originan por el inadecuado manejo que se le da a la microcuenca y el deterioro ambiental que surge por las acciones antrópicas que se desarrollan dentro del área de dominio del Cumbaza, lo que significa peligro en la salud de los ciudadanos y el deterioro ambiental de la comunidad. Asimismo, la **justificación metodológica**, ya que se propone usar bioindicadores bentónicos presentes en la cuenca del Cumbaza para determinar su calidad fisicoquímica, generando conocimiento y bases confiables para otras investigaciones, las cuales estarán enfocadas en nuevos métodos y estrategias de conservación, contribuyendo al bienestar social y desarrollo ambiental de las personas que se acentúan en esta zona de la provincia de San Martín, quienes en gran medida utilizan estas aguas para cubrir sus necesidades básicas en el hogar, para lo cual se medirán parámetros fisicoquímicos como DBO, DQO, pH, temperatura y turbidez, elementos que contribuyen a la eutrofización de estas aguas superficiales. También la **justificación social**, ya que la población de Tarapoto será la beneficiaria, con la identificación de la calidad del agua que se conservará progresivamente para reducir los contaminantes presentes en su cauce, optimizando el contexto ambiental de esta fuente de agua y salud de la población en general. La **justificación ambiental** se refiere al uso de estos organismos bentónicos para determinar la calidad del agua del río Cumbaza en la provincia de San Martín, lo que permite cuidar y minimizar el uso excesivo de sustancias químicas y desechos sólidos que terminarán en el cauce contaminándolo y degradando el medio ambiente, el uso del bentos es una práctica amigable con el medio ambiente que ayuda a identificar el grado de contaminación e impacto generado en cada punto de muestreo por diferentes actividades

antrópicas en el cuerpo receptor y la comunidad de organismos bentónicos. De igual manera, la **justificación económica** nos permitió afirmar que los organismos bentónicos son indicadores de contaminación ambiental eficiente, la técnica del índice biológico requiere de bajo costo o inversión (frascos, red surber y análisis de laboratorio), la investigación busca saber cuál de los puntos presentan mejores escenarios ambientales en el cuerpo de agua superficial del río Cumbaza, por lo que compararemos con el ECA para agua DS N° 004-2017-MINAM, categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos-Selva.

Tomando en consideración lo dicho sobre la realidad problemática, se plantea el siguiente **problema general** de investigación:

PG: ¿Cómo se usa los Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022?

También mostramos los siguientes **problemas específicos** como:

PE1: ¿Cómo se relacionan los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua?

PE2: ¿Cómo se relacionan los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua?

Del mismo modo se plantea el **objetivo general**,

OG: Analizar el uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022.

Además de los **objetivos específicos**,

OE1: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

OE2: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua

Del mismo modo se planteó las siguientes Hipótesis.

Hipótesis general

HG: El uso de los Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática es significativo en el Río Cumbaza, San Martín 2022

Hipótesis específicas.

HE1: Los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad se relacionan significativamente con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

HE2: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad se relacionan significativamente con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua.

II. MARCO TEÓRICO

Odabasi, et al (2022), el estudio se realizó en las cuencas del río Sakarya en Turquía, la metodología empleada para muestrear los macro invertebrados fue a través de un muestreo de hábitat múltiple con una malla de 0.5 mm tipo hand net, se recolectaron 20 muestras en cada punto de monitoreo, las cuantificaciones de calidad del agua como potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, temperatura y oxígeno disuelto se realizaron in situ, estas muestras recogieron del flujo principal y llenados en frascos de vidrio para luego transportarlos al laboratorio, para la correlación se empleó la prueba de Kruskal Wallis, se hallaron 207 unidades taxonómicas operativas (OTU) donde los insectos acuáticos tenían la OTU más alta con 119 taxones pertenecientes a 35 familias, se identificaron 109 especies de 63 familias en total, según la prueba de Kruskal Wallis 16 pares de índices que se correlacionan significativamente ($p < 0.05$) se consideran redundantes según la correlación de Spearman, incluyendo BMWP-1 Margalef y colectores para asegurar una combinación de diferentes representaciones de tolerancia, diversidad y composición.

Rico et al., (2022), evaluaron el deterioro ambiental ocasionado por las actividades mineras en las fuentes Extoraz y Santa María en México, la metodología empleada fue la selección selectiva de 15 puntos de estudios las que se consideran los puntos de muestreo a lo largo del río las variables registradas en el agua como pH, turbidez, OD, CE y salinidad, los bentónicos se muestrearon con una malla de protección y red cuchara de 500 μm , para luego ser conservadas en alcohol al 70%, este estudio empleó la prueba de Turkey, en total colectaron 77000 especies divididos en 93 familias y 23 órdenes, donde la riqueza taxonómica (^0D) fue el más bajo en el río Extoraz (37 ± 4 familias) y el más alto en el río Santa María (50 ± 1.7 taxones) por lo que hubo diferencias estadísticas significativas entre el Extoraz y los afluentes del Santa María (Escanela y Jalpan), Turkey HSD: $p \leq 0.05$, Shannon (H') mostró pequeñas diferencias (2.25 ± 0.42), los valores más bajos de diversidad fue de (1.63 ± 0.50) registrado en el efluente Escanela del río Santa María, y la más alta (2.67 ± 0.1) en el mismo río Santa María, la exponencial del índice de Shannon (^1D) mostró los valores más bajos en el Extoraz, el índice dominancia (el inverso de Gini-Simpson ^2D) fue menor en los afluentes del río Santa María (Escanela y Concá). El

rio Extoraz mostró valores intermedios 2D (en contraste con bajos valores 0D), lo que indica dominancia moderada de algunos taxones Dípteros, los altos valores de 2D se observaron en el río Santa María donde la abundancia de diferentes taxones mostraron una alta uniformidad, también se encontraron altas concentraciones de metales pesados, con valores máximos en demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5 -3.61), amoníaco (NH_3 -0.66), nitratos (NO_3 -1.51), coliformes fecales (CF-780), potencial de hidrógeno (pH-8.5), fosfatos (PO_4^{3-} -0.61), estos factores influyen en los cambios de calidad del agua, demostrando que existe fuerte correlación de los parámetros ambientales con los macro invertebrados.

Chi et al.; (2022), evaluaron la diversificación de calidad del agua del río Qingyijiang en China, la metodología cuenta con 10 lugares de monitoreo la colecta de macro invertebrados se realizó en setiembre del 2020 a julio del 2021, haciendo un total de 200 muestras, se empleó una red de inmersión de 30*30 cm y con malla de 400 μm , los intervalos de muestreo fueron de 10 m a lo largo de 100 m del río. El área muestreada fue de 0.09 m^2 por un tiempo de 3 a 5 minutos, las muestras fueron conservadas a 4°C y almacenadas en etanol al 75%, se muestrearon también variables ambientales del agua como la temperatura, pH, OD, conductividad eléctrica y corriente de agua, en setiembre la densidad media de macroinvertebrados bentónicos fue de 265.9 ind/ m^2 y en el 2021 la media de densidad de macroinvertebrados bentónicos fue de 385.8 ind/ m^2 . La clase insecta representó la mayor parte (48.1%) seguido por *Gastropoda* (23.1%), *Malacostraca* (22.3%), en el año 2020 *M. nipponensis*, *Ecdyurus* y *C. plumosus* fueron las principales especies dominantes y el año 2021 solo *M. nipponensis* fue la principal especie dominante, las principales especies son *Psychoda*, *Cybister* y Perla, las estrategias de supervivencia de estas especies reflejan una fuerte tolerancia a la contaminación y movimiento migratorio, son raras y tienen poca movilidad y son relativamente intolerantes a la polución del agua.

Ertas et al., (2022), en su investigación, determinaron la condición del agua de la quebrada Balaban en el país de Siria, compararon el comportamiento de sus índices bióticos y los índices de diversidad, la metodología utilizada fue el monitoreo de 5 estaciones de muestreo aplicando índices bióticos y de diversidad, se aplicaron correlaciones de Pearson para determinación de los índices bióticos, para la recolección de organismos bentónicos empleando una red de 50 * 30 cm y una

mallas de 250 μm , se evaluaron los parámetros microbiológicos como el *Escherichia coli* (120,000 NMP/100ml) y coliformes totales con valor máximo de (187,000 NMP/100 ml), además el potencial de hidrógeno (7.3), temperatura (28.3 °C), y Oxígeno disuelto (90 mg/L), Un total de 62 taxones pertenecen a *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*, *Diptera*, *Odonata* y *Coleoptera*, se detectaron *Arhynchobdellida*, *Haplotaxida*, *Basommatophora* y *Amphipoda*, el grupo más dominante de los macroinvertebrados bentónicos (51 taxones) fue la insecta, lo que determinan la calidad del agua del arroyo Balaban como no contaminada o ligeramente contaminada, los índices de BMWP-O, BMWP-S, BMWP-H, ASPT-O, ASPT-H y ASPT-C fueron más adecuados que los índices SI, FBI y BBI para determinar la condición del agua superficial del arroyo.

Por su parte, Baaloudj et al., (2022), efectuaron un inventario y evaluaron el rol ambiental de los organismos bentónicos en las aguas del río Seybouse en Argelia, el método de muestreo fue realizado en la parte alta y baja en tres lugares del cuerpo superficial, se muestrearon tres veces al mes y se realizó un barrido del lecho para recolectar la macrofauna bentónica del río Seybouse y sus afluentes entre diciembre de 2019 y mayo 2020 utilizando mallas de 100 μm , las muestras fueron vertidas en un tamiz de 500 μm para su preclasificación usando un fórceps entomológico, los elementos fisicoquímicos muestreados son el pH, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, velocidad del agua, nitritos, nitratos y turbidez, donde los resultados varían de acuerdo a las condiciones ambientales como la salinidad y los nitritos contribuyen a la proliferación de *Gammaridae* y nematodos, los puntos de muestreo 4, 5 y 6 presentan contaminación alta lo que favorece a las especies *Gammaridae* que proliferan en bajas cantidades de oxígeno y elevadas cantidades de nutrientes.

Duque et al., (2022), examinaron la condición del agua de mar y la dinámica de bentónicos en hábitats lodosos de la Bahía de Buenaventura, pacífico colombiano en Colombia, se plantearon 4 puntos de muestreo para macroinvertebrados los que fueron colectados con redes de arrastre artesanales durante diferentes temporadas, utilizaron análisis multivariante (análisis de correspondencia canónica y modelo aditivo generalizado) para evaluar los efectos de variaciones en las concentraciones de nitrito, nitratos, fosfato y variables fisicoquímicas (salinidad, potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, temperatura y sólidos disueltos totales)

de agua en el conjunto de macroinvertebrados, demostrando que la riqueza fue mayor en lugares con alta salinidad, temperatura y menores cantidades de nitritos y sólidos totales disueltos, las cantidades más altas de nitritos se registraron en el sitio IE (0.09 ± 0.06 mg/L; $F=10.83$, Turkey's $p < 0.05$), y las más altas de nitratos se registraron en el sitio RE (1.73 ± 0.65 mg/L) y sitios IE (1.57 ± 0.75 mg/L), las más bajas de nitrato se registraron en los sitios OE (1.46 ± 0.18 mg/L) y ME (1.41 ± 0.50 mg/L; $F=5.16$, sp de Turkey < 0.05)

Por ello, Valladares, et al., (2021), evaluaron la calidad del agua del arroyo el Horno, en Honduras, la investigación fue descriptiva de temporalidad transversal, donde definieron 3 puntos de monitoreo, realizaron tres muestreos biológicos durante el inicio de lluvias, mediados y al final, la remoción de rocas para muestreo de macro invertebrados se realizó por espacio de 30 minutos, se usaron pinzas y envases de 100 ml con OH 70%, para identificarlos aplicaron claves taxonómicas de Merrit & Cummis y se aplicaron valores de índices biológicos BMWP-CR como indicador de diversidad taxonómica, los parámetros fisicoquímico se determinaron in situ (temperatura, CE, OD, pH) y para ex situ se emplearon envases estériles de 1 litro (corrida de metales, fosfatos, formaldehído, nitratos, alcalinidad, detergentes, sólidos suspendidos, sulfuros y color), en los tres sitios muestreados el agua está contaminada, en el punto 1 la cantidad de contaminantes aumentaron con severidad, el punto 3 el agua está contaminada de manera severa justificado por gran número de Díptera que habitan aguas con niveles elevados de contaminantes, por lo que su potabilización demanda tratamiento avanzado, que producen limpieza de contaminantes fisicoquímicos y microbiológicos.

Ertas and Yorulmaz (2021), determinaron la condición del agua del arroyo de Kelebek cuenca del río Gediz en Turquía, en la metodología se empleó el software Asterics 4.04 para determinar la riqueza de especies, las similitudes faunísticas basados en macroinvertebrados bentónicos emplearon el índice de similitud de Bray Curtis correlación basada en Pearson, se aplicaron análisis de regresión múltiple usando SPSS 20.0 y las relaciones entre los parámetros fisicoquímicos y bióticos se determinaron usando CCA basado en análisis estadístico multivariado, los parámetros fisicoquímicos del agua muestreados en los 5 puntos según la prueba One-Way Anova variaron significativamente con respecto a las estaciones

($P < 0.05$), se recolectaron 4.130 macroinvertebrados los que pertenecen a 9 grupos, *Oligochaeta*, *Mollusca*, *Crustácea*, *Ephemeroptera*, *Plecóptera*, *Trichoptera*, *Odonata*, *Coleóptera* y *Díptera*, se recolectó mayor número de individuos en el punto 5 (928 individuos) y el menor número se recolectaron en el punto 1 (711 individuos), el índice BMWP mostraron valores altos en P1 y P5, basado en el índice de calidad ecológica (EQR), en estos dos puntos el agua está clasificada en clase de calidad II, el análisis de correlación el resultado positivo más alto se encontró una correlación significativa entre BMWP (original), BMWP (español) y BMWP (griego), el BMWP (griego) es la correlación positivamente significativa con ASPT (valor $r = 0.952$, $p < 0.05$), BMWP (griego) es el negativo significativo correlacionado con FBI ($r = 0.952$, $p < 0.05$).

Asimismo, Méndez et al., (2021), determinaron la variedad de macroinvertebrados con indicadores biológicos de calidad ambiental del agua del río Yuquipa en Ecuador, el estudio se desarrolló en la parroquia Sevilla don Bosco en el Cantón Morona, la metodología consistió en determinar 3 lugares de muestreo, en noviembre, diciembre 2020 y enero 2021, para la colecta de macro invertebrados la superficie considerada fue de 15 m² en cada punto evaluado, se empleó una red surber, para determinar la abundancia se empleó Shannon Wiener, también se usó el índice biótico familiar para conocer la calidad del agua, ya que atribuye diferentes valores de aguante y considera el valor taxonómico, se registraron 908 macro invertebrados distribuidos en 9 órdenes y 19 familias, donde el punto PY-3 presentó la mayor riqueza con un valor de 18, mientras que los puntos PY-1 y PY-2 presentan riqueza baja, debido a que en esta zona ya existen actividades antrópicas y contaminación que afecta a los macro invertebrados que son muy sensibles a estos cambios, Shannon arroja resultados de diversidad media en cada punto de monitoreo y para la equidad de Hill se corroboró en los puntos PY-2 y PY-3 hay equidad mayor debido a que los valores se aproximan a cero orientándose en el grado de dominancia y distribución espacial.

Yorulmaz et al., (2021), investigaron la calidad del agua del arroyo Selendi en Turquía, la metodología consiste en el muestreo de macro invertebrados mensualmente utilizando una red surber de fondo clásico de 50*30 cm y de malla 250 um, los organismos recolectados fueron fijados en formaldehído al 4% y luego transferido a alcohol etílico al 70%, simultáneamente se tomaron muestras de

fosfatos, amonio, dióxido de nitrógeno, nitrato, cloro, DBO, temperatura, conductividad eléctrica, pH, oxígeno disuelto y STD, el análisis de correlación basado en Pearson se realizó empleando el SPSS versión 20.0 para determinar las correlaciones entre los bentónicos y los parámetros fisicoquímicos, se colectaron un total de 7911 especies de macro invertebrados, clasificados en 46 taxones, donde el menor porcentaje se dio en verano y el mayor en primavera, en cuanto a los parámetros fisicoquímicos muestran lo siguiente: para oxígeno disuelto varió (6.12 mg/L – 10.4 mg/L), para DBO₅ (1.12 mg/L – 3.30 mg/L), de acuerdo a las varianzas indican que existe correlación positiva en temperatura, CE, DBO, amonio y dióxido de nitrógeno y correlación negativa en oxígeno disuelto, concluyendo que el agua residual de uso agrícola afecta la calidad del agua del arroyo.

Saal et al., (2021) evaluaron la situación del agua de la cuenca Kebir en Argelia, usando macroinvertebrados y la comparación con variables fisicoquímicas, se plantearon 15 estaciones de muestreo, las muestras se recolectaron durante mensualmente durante un año, para colectar los macroinvertebrados se emplearon una red surber de 250 um de malla, esta se coloca contra la corriente para atrapar toda la macrofauna desprendida, luego se limpia las muestras y se colocan en formaldehído al 5%, para la identificación se utilizó una lupa binocular, luego los macro invertebrados fueron fijados en alcohol al 70%, se midieron 5 parámetros fisicoquímicos in situ, temperatura, pH, CE, salinidad y OD y ex situ se analizaron 7 parámetros, nitratos, nitritos, fosfatos, calcio, magnesio, cloruro y materia en suspensión, obteniendo resultados heterogéneos con respecto a las variables fisicoquímicas indicando para temperatura valor de variación (14.85 °C – 20.16 °C), potencial de hidrógeno (7.77 – 8.91), indicando que la calidad del agua con respecto a estos parámetros es alcalina, mientras tanto para el oxígeno disuelto varió (3.85 mg/L a 8.55 mg/L), conductividad eléctrica presentan valores altos (1475.00 µS cm – 397.33 µS cm), para Nitratos (3.86 mg/L – 0.44 mg/L), Fosforo y Nitrito (1.60 mg/L – 1.17 mg/L) , finalmente para la materia en suspensión varió (133.454 mg/L- 38.92 mg/L), con respecto a Pearson indica que existen fuertes correlaciones entre el oxígeno disuelto y la velocidad del agua ($r = 0.9$; $p < 0.0001$) y Ca^{2+} Mg^{2+} ($r = 0.97$, $p < 0.0001$); salinidad y cloruros ($r = 0.56$; $p < 0.0001$); conductividad y cloruros ($r = 0.57$; $p < 0.0001$). se observa correlación positiva muy

significativa entre nitritos y nitratos ($r = 0.78$; $p < 0.0001$); por otro lado, los nitritos se correlacionan negativamente con el oxígeno disuelto ($r = - 0.90$; $p < 0.0001$).

Kohlmann, et al., (2021), evalúan las características del recurso hídrico en la cuenca del río Tempisque en Costa Rica, la metodología consiste en el estudio de dos ríos, el Colorado y el río Las Palmas, con 3 y 4 puntos de monitoreo mensual, para recolectar macroinvertebrados se utilizó un colador de 20 cm y 0.5 mm, empleando pinzas los macro invertebrados fueron fijados en alcohol al 70%, el índice de BMWP se utilizó para determinar la condición del agua, lo cual tienen valores de sensibilidad asignados previamente que van de 1 a 10, reflejando tolerancia a la contaminación orgánica, los parámetros fisicoquímicos evaluados fueron, temperatura, potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, potasio, nitratos, demanda biológica de oxígeno y fosfatos, el modelo de análisis de varianza utilizado para los parámetros fisicoquímicos, la abundancia de macro invertebrados y la BMWP-CR fue el ANOVA. Recolectando un total de 7534 especies divididas en 9 clases de insecta, con 76 familias, 194 géneros de 20 órdenes, por lo que los análisis de abundancia muestran a los grupos más destacados: *Ephemeroptera*, *Trichoptera*, Díptera y Coleóptera representando un total de 75.2 % y por cada familia representan: *Ephemeroptera* con 34 %, *Trichoptera* con 16.5 %, Díptera con 13.6 % y Coleóptera con 11.5 %, lo que muestra una abundancia de macro invertebrados y una diversidad grande de Coleópteras y las más elevadas temperaturas se encontraron en aguas estancadas aisladas durante el verano. El índice de BMWP-CR reveló impactos antrópicos en diferentes puntos de muestreo.

Díaz et al. (2020), evaluó la calidad ambiental del ecosistema del río Lótico Ranchería en la zona influenciada del complejo carbonífero El Cerrejón en Colombia, la metodología aplicada es el establecimiento de tres puntos de muestreo (1, 2 y 3) donde se hicieron mediciones de condiciones fisicoquímicas como, temperatura, OD, pH, salinidad, conductividad, turbidez, SST, cloruros, amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y demanda bioquímica de oxígeno, los bentónicos se recolectaron mediante monitoreo multihabitat por arrastre de surber, la condición de las aguas en los puntos de muestreo se clasificaron a través del índice de BMWP, los macroinvertebrados acuáticos con más abundancia fue en E1 pertenecientes a la familia de *Baetidae*, *Filopomamidae*, *Leptohyphidae* y *Leptophlebiidae*; en E2, *Culicidae*, *Hydrophilidae*, *Coenagrionidae*, *Psephenidae* e

Hydrobiidae, y E3, *Coenagrionidae*, *hidrobíidos*, *Belastomatidae* y *Palaemonidae*, concluyendo que la E1 tiene calidad buena del agua (BMWP/col = 130; ASPT = 6.50), con diversidad y riqueza alta ($H'E1 = 3.75$ bits/ind; $IE1 = 4.76$); E2 y E3 tienen agua de calidad aceptable (BMWP/col = 65; ASPT = 5.00) y calidad dudoso (BMWP/col = 50; ASPT = 5.25), respectivamente y diversidad de familias medianas ($H'E2 = 2.97$ bits/ind y $H'E3 = 2.32$ bits/ind) y riqueza mediana ($IE2 = 2.82$ y $IE3 = 1.88$).

Tisnado et al., (2020), evaluaron la calidad del agua de la cuenca río Huacamaranga en Santiago de Chuco región Libertad, la metodología consistió en ubicar 4 puntos de monitoreo, considerando épocas de estiaje y avenidas, para la colecta de macro invertebrados utilizaron una red D-net triangular de 250 um cubriendo una área de 100 m² aguas arriba y aguas abajo realizando barridos en los diferentes microhabitat, las muestras fueron preservadas en alcohol y glicerina, luego de determinó el nivel de familias y se utilizó el método BMWP, en cada punto de monitoreo se tomaron la temperatura, potencial de hidrógeno. demanda química de oxígeno, turbiedad, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes totales, en junio y diciembre el orden de más abundancia fue Díptera, con 9 y 6 familias y los de abundancia menor fueron *Oligochaeta*, *Seriata* y *Plecóptera*, el mayor número de individuos mostró E4 con 147 individuos y E3 el menor con 16 individuos, el potencial de hidrógeno (6.52 – 7.20) en los 2 meses de monitoreo, temperatura (7.4 – 13.3), oxígeno disuelto (5.93- 7.40), conductividad (37.6 uS/cm- 265.9 uS/cm) lo cual muestran todos los parámetros cumplieron con lo determinado en el DS N° 004-2017 MINAM.

Pérez, et al. (2020), reportaron situaciones de las propiedades del agua en las represas La Playa y La Copa en Boyacá-Colombia, empleando bentónicos y variables fisicoquímica, en la metodología la muestras de macro invertebrados fueron tomadas empleando una red Surber en 9 estaciones estratégicas de las represas en junio y agosto 2018, para ello se realizaron arrastres de 15 minutos en los nueve puntos diferenciados, las muestras fueron colocados en frascos rotulados para ser fijados en alcohol al 90% y glicerina para preservarlos, para las áreas intervenidas se determinó la dominancia de taxones acorde a la dominancia relativa por familia, *eudominantes* (>10%), *dominantes* (4-9%), *sub dominante* (2-3%), *recesivos* (<1%), para determinación de la condición del agua se empleó los índices

de BMWP. Los resultados muestran colectas de 979 insectos que pertenecen a 15 familias y 19 géneros, el orden con la mayor abundancia fue la Díptera con 57.30%, según los índices BMWP la calidad del agua para las 2 áreas de estudio consiguieron valores menores a 79, significa aguas contaminadas ligeramente, la calificación en el índice ASPT fue de 5.27 lo que revela aguas moderadamente contaminadas, respecto al parámetro fisicoquímico de pH registra una variación de 6.5 a 7.5 lo que indica que el agua está en un rango neutral.

Pascual et al., (2019), evaluaron la calidad del agua del río Rímac en Perú empleando macroinvertebrados bentónicos, la metodología empleada consistió en establecer 12 zonas de monitoreo (E1 – E12), el monitoreo de los parámetros fisicoquímicos se realizaron en épocas de crecidas y mermas, evaluando por cada punto de monitoreo el potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, caudal, sólidos disueltos totales, y temperatura, para comparar estos parámetros fisicoquímicos en avenidas y estiaje se empleó el método de t de Student, para la colecta de macroinvertebrados se empleó la malla surber de 30*30 cm con 0.25 mm de abertura de malla, para lo cual se removió los sustratos de piedras medianas en las corrientes del río y se fijaron en alcohol etílico al 80% y conservados en bolsas y envases plásticas. Los resultados muestran la variación de cuantificaciones comunitarias y calidad del agua de MIB (parecido a BMWP) del río Rímac, los elementos comunitarios en crecidas = 1294 ± 563 , merma = 6023 ± 912 , $t=4.41$; $p<0.001$ y D crecida = 0.33 ± 0.03 , merma = 0.75 ± 0.03 ; $t = 7.91$, $p< 0.001$, en época de merma fue mucho mayor, mientras que S en crecida = 13.41 ± 1.28 , merma = 0 ± 0 , $t = 2.03$; $p = 0.04$, H en crecida = 1.55 ± 0.12 , merma = 0.54 ± 0.06 , $t = 7.13$; $p<0.001$, J en crecida = 0.61 ± 0.04 , merma = 0.23 ± 0.02 ; $t = 7.13$; $p<0.001$ lo que indica que en época de crecida fueron mayores, el 75 y 91.7% de las zonas mostraron EPT (*Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Trichoptera*) de mala calidad en época de crecida y merma respectivamente.

Ozbek et al., (2019), Evaluaron las condiciones del arroyo Nif que se ubica en la parte occidental de Anatolia Turquía, la metodología consiste en el muestreo estacional de 8 estaciones de monitoreo, los bentónicos fueron colectados con una red Surber de malla de 500 um y por espacio de 3 minutos, estas muestras se fijaron en solución formalina al 4% para posteriormente clasificarlos en grupos y luego identificarlos a nivel de género y especie, se evaluaron 6 variables

ambientales en campo, temperatura, oxígeno disuelto, saturación de oxígeno, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y salinidad, se empleó el método Asterics 3.3.1 para analizar datos y resultados biológicos, índice saprobiano puntuación BMWP y el índice biótico belga (BBI), también índices de Shannon-Wiener, Simpson y Margalef, se encontraron total de 11571 especies donde el grupo más alto fueron de la familia de *Chironomidae* (25 especies) y *Oligochaeta* (17 especies), mientras tanto los análisis de las variables indican que el potencial de hidrógeno fue más efectiva con 48.6 % de varianza en distribución y abundancia de macro invertebrados, concluye que la parte alta del arroyo tiene buena calidad del agua, mientras tanto la parte media y baja están muy contaminadas.

A su vez, López et al., (2019), determinaron la calidad del agua de acuerdo a la diversidad de macroinvertebrados bentónicos existentes en 3 lugares del río Teusacá en Colombia, la metodología se basó en la identificación de os puntos de muestreo de áreas estratégicas, por lo que se escogió 3 lugares, uno en la parte de arriba, el segundo en la mitad y el tercero en la parte baja, en cada una de estas estaciones los macro invertebrados se recolectaron mediante un barrido contracorriente con la red D net durante 10 minutos en 10 metros de longitud, luego se conservaron las muestras en alcohol al 70% y a 4°C de temperatura, al mismo tiempo se midieron el potencial de hidrógeno, temperatura, oxígeno disuelto y turbidez, adyacente a los índices de biodiversidad de Shannon, la dominancia de Simpson, la diversidad de Margalef y Menhinick. Se encontraron 6781 organismos pertenecientes a tres Phylum, 5 clases, 11 órdenes y 21 familias, donde la familia *Hyalledidae* tuvo mayor abundancia con 3 385 (49.9%), seguido por *Gammaridae* con 2 377 individuos (35.1%), en cuanto a la evaluación de parámetros de oxígeno disuelto de (0.37 – 5.21 mg/L), turbidez (10.1- 135), temperatura (8.2 C° – 16.04 C°) y pH (4.16 - 7.81), por lo que concluyen que la calidad del agua del río Teusacá está contaminada moderadamente, con tendencia a contaminada altamente, presentando baja biodiversidad y alta dominancia en los macro invertebrados recolectados.

Mezgebu, A. et al. (2019), estudiaron el impacto de las actividades humanas en los cuerpos de agua dulce de Etiopia, la metodología utilizado fue la prueba de muestreo independiente de Wallis, seguida mediante comparaciones por pares, todos os análisis estadísticos se realizaron en el software estadísticos Canaco

versión 4.5 versión SPSS 20, los parámetros de calidad de agua influyente son la temperatura, potencial de hidrógeno, oxígeno disuelto, conductividad y turbidez, de cada monitoreo se recogieron dos litros de agua, los análisis químicos se realizaron con procedimientos estándar, se filtraron 300 ml de agua a través de fibra de vidrio, el muestreo de macroinvertebrados bentónicos se realizó usando una red de mano, de 25*25 cm y tamaño de malla de 500 um dentro de un radio de 100 metros, de cada muestreo se sacó 20 muestras, fueron recolectados con al menos 5% de participación de cada hábitat para luego ser conservados en formaldehído al 4%, no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) en la temperatura, tampoco la hubo en el potencial de hidrógeno ($p > 0.05$), pero si hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) con el oxígeno disuelto, se recolectaron 20 taxones de macroinvertebrados, la diversidad y abundancia relativa, donde el mayor número de taxones se reportaron en el sitio menos contaminado y el menor en el lugar afectado por el efluente. El primer eje de la RDA expresó el 62.1% de variación faunística mientras que el segundo eje explicó el 24.4% de la variación la correlación ambiental del EJE1 y EJE2 son 0.97% y 0.94% respectivamente mostrando un poder predictivo de parámetros evaluados en la estructuración de los bentónicos.

Por su parte, Machado et al., (2018), realizaron análisis del río Sardinas en Ecuador en épocas lluviosas y de sequía, la metodología cuenta con 5 puntos de colecta de macro invertebrados separados por 200 m a lo largo del río, se empleó una red de patada con malla de 0.5 a 1 mm y se remueve el sustrato con los pies por espacio de 5 minutos, la red Surber de 0.5 a 1 mm se coloca a favor de la corriente. La Surber cuenta con un marco metálico de 30*30 cm, la cual se sujeta a una red de 80 cm aproximadamente y con una abertura de malla de 500 um, los análisis de parámetros fisicoquímicos de DQO y DBO se llevaron a cabo en laboratorio, se colectaron en total 526 macro invertebrados, pertenecientes a 5 clases, 38 familias y 13 órdenes, en época lluviosa se encontraron 31 individuos y 30 en época poco lluviosa, la familia con mayor abundancia fue la *Leptophlebiidae* encontrada en época lluviosa que representa el 12.8% y la familia *Chironomidae* (17.2%) en época poco lluviosa.

En el caso de Tapia et al., (2018), estimaron las cantidades de bentónicos en cuencas del río Rímac y del Mantaro en Perú, la metodología empleada fue el muestreo de 16 lagunas, en la cuenca del Rímac 4 y 12 en Mantaro, en cada punto

de monitoreo se tomaron parámetros fisicoquímicos como temperatura, CE, SDT y pH, para los macroinvertebrados se tomaron muestras por barrido a lo largo de transectos de 100 m, con una red D-net de 100 y 500 μm agitándola contra las plantas y cerca del fondo, se identificaron 4 *Phylum*, 10 clases, 17 órdenes y 34 familias, el *Phylum* Arthropoda obtuvo la mayor riqueza y abundancia de organismos (72% y 89%), seguido del *Phylum* Annelida (13 y 4%) y *Mollusca* (6% y 5%), en los 2 monitoreos la comunidad de bentónicos se representa por la clase *Insecta* con 18 familias y 5 órdenes, dentro de ellos el orden Díptera fue la familias más abundante, seguida por el orden Coleóptera con 5 familias, con respecto a los parámetros fisicoquímicos se obtuvo la correlación de estos con los macro invertebrados encontrados, los resultados fueron para el potencial de hidrógeno (0.128-0.214), conductividad (0.231-0.023) y temperatura (1.000), por lo que están dentro del rango establecido por el ECA.

Teorías relacionadas al tema. Calidad del agua. Henry (2018), menciona que la calidad del agua está referida al estado en el que se halla el agua de acuerdo a sus condiciones fisicoquímicas y biológica antes y después de alterarse por acciones humanas, esta calidad también está asociado al uso poblacional, comprendiendo de que el agua debe ser utilizado sin causar daño alguno, por otro lado, se dice que el agua tiene buena calidad cuando está libre de elementos y microorganismos que puedan alterar los niveles de contaminación como el del turbiedad, color, olor y sabor, la presencia de organismos en fuentes de agua indican buena o deteriorada calidad de los mismos, teniendo en cuenta que son buenos bioindicadores.

Por su parte Chávez (2018), menciona que la calidad del agua está relacionada con la salud, por ser un valor ecológico esencial, como también importante para el crecimiento económico, los **contaminantes del agua**, de acuerdo a lo mencionado por, Gil et al., (2018), existen un sin números de contaminantes, destacan las sustancias radiactivas, que son sustancias presentes en el agua subterránea, producidos de forma natural como el torio y el uranio, la presencia de estas sustancias altera el grado de acidez del agua, (Kustov, 2019). El material suspendido y sedimentos. Son todos los sedimentos que son trasladados por fluidos finos, en los ríos son conocidos como carga de lavado, (Wang, 2019). Los compuestos orgánicos son aquellos compuestos químicos de los seres vivos que contienen carbono, estos están asociados con el periodo de vida, dentro de ellos

están los ácidos nucleicos, proteínas, lípidos y carbohidratos, (Duran y Valderrama, 2020). Los **Nutrientes vegetales inorgánicos**, son todos aquellos que se relacionan con sustancias vivas que contienen carbono, además de requerir sustancias inorgánicas como el fósforo y nitrógeno, (Singh *et al*, 2018), referente a las **sustancias químicas inorgánicas**. Son todas las sustancias que no acumula suficiente ácido de carbono, una de las sustancias químicas inorgánicas son el ácido sulfúrico, (Peterson, 2020). Los **desechos orgánicos**. También conocido como basura ya que estos desperdicios no se pueden darle un segundo uso, estos desechos son generados por las diferentes actividades del hombre, así como también provienen de las plantas y animales, estos organismos muchas veces también son degradados por otros organismos de forma natural o empleando técnicas, (Yang *et al*, 2019), los **microorganismos patógenos**. Se refieren a microorganismos como virus, bacterias, hongos, y parásitos, estos a su vez causan enfermedades infecciosas, estas enfermedades se transmiten por los insectos y por consumir agua contaminado, Gil *et al.*, (2018).

Parámetros fisicoquímicos de calidad de agua. El autor, Leiva (2019), indica que los parámetros fisicoquímicos permiten conocer los tipos de contaminantes presentes en las fuentes de agua, proporcionando información puntual. Según Mejía (2018), los parámetros evaluados con más frecuencia son el pH, Turbiedad, CE, OD y temperatura, lo que indica que el pH es un parámetro importante porque ayuda a describir los sistemas químicos y biológicos del agua, además, de que el pH calcula la tendencia de su acidez o basicidad.

El **pH** es un parámetro utilizado para evaluar el nivel de acidez de una solución (Gonzales, 2021) La **DBO₅** cantidad de oxígeno que se consume en la oxidación mediante oxidantes químicos de los constituyentes orgánicos del agua, por otro lado, el grado de oxidación depende del tipo de sustancias presentes, (Tiburcio,2019). La **DQO** cantidad de oxígeno necesaria para oxidar por medios químicos la materia orgánica, también se menciona que a mayor cantidad de DQO más contaminada es el agua, (Carmo, 2021). Los **ECAs de agua DS N° 004-2017-MINAM** categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos-Selva.

Tabla 1: ECA para agua, categoría 4 y sub categoría E2.

Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos-Selva.		
Parámetros	Unidad de medida	E2: Ríos
		Selva
Físicos-Químicos		
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	10
Demanda Química de Oxígeno	No Asignado	
Turbidez	No Asignado	
Potencial de hidrógeno.	Unidad de pH	6.5 – 9
Temperatura	°C	Δ3
Microbiológicos		
Coliformes totales	NMP/100 ml	2000
Escherichia Coli	No Asignado	

Fuente: *ECA de agua D.S N° 004-MINAM (2017).*

Macro invertebrados bentónicos, organismos que radican en cuerpos acuáticos, se les llama macro invertebrados bentónicos porque miden de 2 milímetros a 30 centímetros, y carecen de huesos, además de vivir en la arena, son organismos que indican señales de calidad del agua, también se utilizan como bioindicadores de contaminantes ya que están presentes en todos los cuerpos acuáticos (Cusiche y Zambrano, 2019).

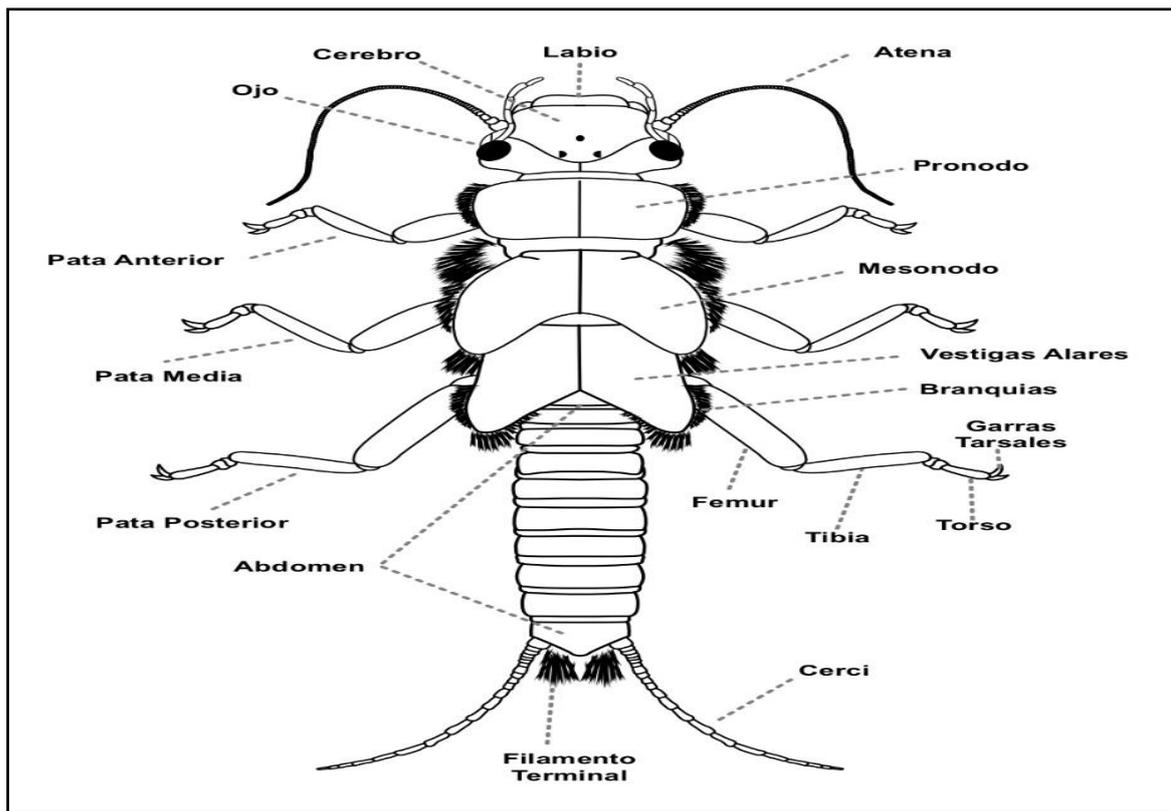


Figura 1: Partes de un macro invertebrado.

Fuente: Elaboración propia de las autoras.

Macro invertebrados encontrados en la investigación

Orden plecóptera. Son un grupo de insectos pequeños conocidos como moscas de piedras, pertenece a la familia de *perlidae*, se les conoce con facilidad por tener dos cercos terminales, un par de uñas en cada pata y branquias torácicas. Su ciclo de vida está compuesto por tres etapas: huevo, ninfa y adulto, cuentan con dos antenas largas, dos colas delgadas, branquias ubicadas sobre o debajo de cada pata, cada pata termina en dos ganchos, y seis patas segmentadas en la sección media del cuerpo, su alimentación se rige a los fragmentos de materia orgánica; el adulto es torpe y pasa más tiempo en las rocas, son bentónicos que viven en el fondo de los ríos con agua fría, oxigenadas y sin contaminantes por lo que es un bioindicador de buena calidad del agua. (Hanson et al., 2018).



Figura 2: Macroinvertebrado de orden plecóptera de la familia perlidae.

Orden megaloptera. Pertenecen a la familia de *corydalidae*, especies que habitan en aguas limpias, debajo de palos y piedras, hundidas en vegetación, son muy buenos depredadores, además son considerados como indicadores de aguas oligotróficas, los adultos presentan un color pardo o negro, se encuentran cerca de los cauces entre la vegetación, por lo tanto, son clasificados como especies bioindicadores de calidad del agua, a más bentónicos mejor condición ambiental del agua. (Grustán, 2019)



Figura 3: Macroinvertebrado de orden megaloptera de la familia Coridalidae.

Orden Ephemeroptera. Son ninfas pertenecientes a la familia de *Baetidae*, sus etapas inmaduras cumplen una función ecológica muy importante en los sistemas acuáticos, se hallan en casi en todo tipo de aguas, las ninfas adultas viven durante un periodo de unas pocas horas hasta algunos días por lo que es dificultoso encontrarlas, su respiración lo realizan mediante las agallas, las efímeras son elementos importantes para transferencia de energía en los ríos, por lo general viven en aguas limpias y bien oxigenadas, considerado como bioindicador de buena calidad del agua. (Minano et al., 2019)



Figura 4: Macroinvertebrado de orden Ephemeroptera de la familia baetidae.

Orden Coleóptera. Son insectos que constituyen el mayor grupo de evolución, el 15% de estas especies son acuáticas, tienen lugar a diferentes etapas de ciclo de vida, estas especies viven en los ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, represas y aguas temporales, se encuentran debajo de las piedras, hojas en descomposición, troncos y arena, particularmente en las zonas en donde la velocidad de la corriente es pequeña, tienen ojos muy desarrollados, varían entre pequeños de 0.25 mm hasta de 3000 mm, su régimen alimenticio es completamente variado y la calidad del agua no es un factor que determinado, (Minano et al., 2019).



Figura 5: Macroinvertebrado de orden Coleoptero de la familia Elmidae.



Figura 6: Macroinvertebrado de orden coleóptero de la familia Disersus.

Orden Odonatos. Son larvas conocidos como libélulas que viven en pantanos, pozos, márgenes de lagos y corrientes lentas, son rodeados por mucha vegetación acuática, estos insectos viven en aguas limpias eutroficadas, los adultos tienen cabeza grande, ojos grandes compuesto por dos antenas muy cortas, grandes mandíbulas y de alas membranosas, son predadores que viven de 1-6 meses, por otro lado, los adultos no están obligados a vivir en inmediaciones del agua en cambio las larvas si son acuáticas incluso atacan a otras especies, viven en una amplia variedad de hábitats, pero son más frecuentes en las zonas con poca velocidad de corriente de los cursos fluviales, (Pérez, 2020).

Principios de bioindicadores: Los contaminantes perturban las condiciones del recurso agua que provocan grandes alteraciones en los organismos, su dimensión

depende mucho del periodo que tarda el contaminante en el sistema. A medida que pasa el tiempo los efectos sobre la fauna son aún más severos y esto pasa de ser bioquímicos y fisiológicos a ecosistémicas y poblacionales. Por lo que un indicador biológico es aquel que soporte los efectos de los contaminantes, (Pérez, 2020).

Indicadores biológicos. Son organismos que con su presencia indican preservación de su hábitat, también se dice que un indicador es ideal cuando tolera las alteraciones del medio en el que vive, estos bioindicadores calculan los efectos de contaminación en el ambiente, (Costa, 2022).

Importancia de los indicadores biológicos. La aplicación de macroinvertebrados para diagnosticar el proceso en los medios acuáticos tiene muchas ventajas. Las plantas y los animales acumulan información que en un análisis fisicoquímico no se detectan, estos indicadores permiten identificar los contaminantes esto se debe a que algunas sustancias son acumuladas en el cuerpo de ciertos organismos, es por ello que al utilizar bioindicadores son muy efectivos debido a que tienen la posibilidad de detectar sustancias que contaminan, como metales pesados, nutrientes, materia orgánica, ácidos, hidrocarburos, etc. (Costa, 2022)

Métodos biológicos para evaluar la calidad del agua. Siendo un problema biológico la contaminación del agua muchos optan por realizar evaluaciones de parámetros físico-químicos, es por ello que se realizaron diferentes métodos para interpretar las situaciones reales en la alteración de contaminantes en los cuerpos acuáticos. Los índices biológicos comunican la situación del antes y después de la toma de muestras, (Costa, 2022).

Indicadores que permiten interpretar la calidad del agua. Shannon-Wiener: El índice de Shannon (H') considera que los individuos son muestreados aleatoriamente de una población indefinidamente grande y todas las especies que conforman la comunidad se representan en la muestra, (Mazon y Pino, 2018). Este índice tiene valores de 0 y 3, si es mayor a 3 posee alta diversidad, si está entre 2 y 3 las especies se encuentran en equilibrio y si el valor es inferior a 2 la diversidad es poca, A mayor valor para el Índice de Shannon – Mayor será la calidad del efluente estudiado Twining *et al.*; (2019). Para calcular se emplea la fórmula siguiente:

Ecuación (1)

$$H: S(P_i \cdot \ln P_i)$$

P_i: Proporción general de la muestra perteneciente a la especie "i"

("i" = 1, 2, ...)

S: # total de especies presentes en la muestra

Índice de Simpson: Es un parámetro que ayuda a medir la riqueza de organismos de una área evaluada, se cuantifica partiendo del número de organismos encontrados y su abundancia relativa, el índice tiene valores entre 0 y 1, lo que indica que entre más cerca se encuentre del 1 habrá mayor diversidad (buena calidad del agua) y entre más cerca del 0 su diversidad será menor (baja o mala calidad del agua), (Vaughan y Gotelli, 2019).

Ecuación (2)

$$Y: (1 - \sum P_i^2) * 100 (\%)$$

P_i: Proporción general de la muestra perteneciente a la especie "i"

("i" = 1, 2, ...)

S: # total de especies presentes en la muestra

Índice de Margalef: determina la riqueza donde convierte la cantidad de macroinvertebrados descubiertas por muestra a una cantidad, las especies se añaden por distribución de la muestra, indican que los valores menores a 2 se muestran como áreas de diversidad baja mostrando aguas de mala calidad y los valores superiores de 5 indican alta diversidad y buena calidad del agua (Murugesan et al.; 2020).

Ecuación (3)

$$DMg = \frac{s - 1}{\ln N} \quad DMg = \frac{s - 1}{\ln N}$$

k: cte.

S: # de especies

N: # de individuos en su totalidad

Equidad de Pielou: calcula la cantidad de diversidad encontrada con relación a la diversidad máxima esperada, su rango es de 0 a 1, de forma que uno concierne a situaciones donde todas las especies son abundantes igualmente indicando calidad buena del agua (Vaughan y Gotelli, 2019).

Ecuación (4)

$$H'_{max} = \ln(s)$$

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

Correlación de Pearson

Para Vaughan y Gotelli, (2019), la correlación es la manera numérica en que se puede evaluar la relación entre dos o más variables, se determina por la ecuación siguiente:

Ecuación (5)

$$r = \frac{\sigma_{X.Y}}{\sigma_X \sigma_Y}$$

Donde:

R (x); (y)= coeficiente de correlación

$\sigma_{X.Y}$ = Covarianza

σ_x = Desviación típica de (x)

σ_y = Desviación típica de (y)

Índice de BMWP

Según, Campo et al., (2019), menciona que el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) es muy útil para ayudar a determinar la calidad del agua, ya que nos permite realizar un análisis preciso, el índice se basa en las ponderaciones de sensibilidad según los rangos de tolerancia ambiental de los macroinvertebrados acuáticos, para ello solo se necesita conocer el nivel de familia y los datos cualitativos.

Tabla 2: Índice BMWP

Categoría	Calidad	Valor BMWP	Interpretación	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	
II	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	30-60	Moderadamente contaminada	
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Mosquera y Peña, 2021

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo: Según el alcance, la investigación es tipo descriptivo aplicativo, teniendo en cuenta a Sampieri y Mendoza, (2018), quienes se refieren a que definen y miden variables, especificando las propiedades de estas variables y cuantifican y presentan las dimensiones de un contexto o fenómeno.

Como lo hace notar Ochoa y Yunkor (2020), donde la importancia es saber que para llevar a cabo un estudio descriptivo aplicativo se debe desarrollar una investigación de nivel exploratorio o tener un profundo conocimiento de la línea de investigación elegida, también es de importancia conocer los niveles investigativos son momentos en el proceso del descubrimiento de los conocimientos científicos.

Esta investigación descriptiva de enfoque cuantitativo porque tiene como objeto describir, la naturaleza de esta parte de la cuenca del Cumbaza, también ampliar los conocimientos referidas a los organismos bentónicos mediante su descripción y categorización tal como se muestran en su habitat, ya que su representación o desaparición indican la calidad de las aguas del rio Cumbaza.

Diseño: Esta investigación muestra un diseño no experimental longitudinal, empleando las palabras de Arispe, et al, (2020), en estos diseños no se manipulan variables, los fenómenos son vistos u observados de forma natural, para posteriormente ser desarrollados, es longitudinal porque la recolección de datos ocurre en diferentes momentos.

3.2. Variables y operacionalización

Independiente: Macro invertebrados bentónicos

Conocida también como la variable causal o experimental, ya que es la variable que supone es el factor que origina, causa o afecta en forma concluyente a la variable dependiente (Arispe, et al., 2020).

Dependiente: Calidad del agua.

Conocida también como efecto o condicionada, entonces es la variable que está afectada por la presencia de la variable independiente (Arispe, et al., 2020).

Tabla 3: Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala medición
Independiente: Macroinvertebrados bentónicos	Los organismos bentónicos son especies que en algún momento de su ciclo de vida se encuentran en ambientes hídricos, son retenidos por mallas de luz de 200 y 500 um (Gómez & Salazar, 2015, citado por Rodríguez, et al., 2021), su presencia, abundancia o ausencia comúnmente indica condiciones de un río o parte de él (Terneus & Yáñez, 2018)	Se realizarán muestreos y recolección de especies en tres puntos del río Cumbaza, cuenca alta, cuenca media y cuenca baja	Familias y ordenes	Bentónicos por determinar	Nominal Nº org/ m ²
			los Índices de medición de la biodiversidad	Shannon-Wiener (N.º de especies Nº de individuos)	
				Índice de Simpson (Nº especies Cuantificación Riqueza Diversidad específica)	
				Índice de Margalef (Nº de especies Nº de individuos)	
				Equidad de Pielou (Abundancia Ausencia de equidad)	
Dependiente: Calidad del agua	Desde la perspectiva funcional o la óptica ambiental, son aquellos contextos que deben suceder en el agua, para conservar un ambiente sostenible y para cumplir objetivos específicos de calidad ambiental (Comisión Europea, 2022)	Se realizarán análisis de parámetros fisicoquímicos del río Cumbaza para determinar su calidad ambiental	Parámetros fisicoquímicos	pH Turbidez temperatura DBO5 DQO	Unidad UNF °C mg/L mg/L
			Parámetros microbiológicos	E. Coli Coliformes Totales	

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras 2022.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Está definida como el conjunto de organismos, síntesis, objetos, personas, etc., de una determinada área a investigar (Toledo Díaz de León, 2018).

Estuvo conformada por todas las especies por orden y familia de macro invertebrados encontrados en todos los puntos de monitoreo parte alta, parte media y parte baja de la cuenca del río Cumbaza.

Muestra: Para el muestreo de los bentónicos y la toma muestral de agua superficial, se tomaron en cuenta la cabecera de cuenca, cuenca media y cuenca baja del río Cumbaza, los muestreos fueron realizados el dos de marzo (época de lluvia) y el 9 de abril (época seca), para la evaluación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos (DBO5 y DQO, Escherichia coli, coliformes totales y turbidez), se utilizó un total de 1.85 Lt de agua por cada punto de muestreo, haciendo un total de 5.55 Lt por cada monitoreo con un total de 11.100 Lt, información precisado y establecido por el laboratorio acreditado por INACAL Analytical Laboratory E.I.R.L. Cabe resaltar que los parámetros de campo como el pH y temperatura se analizaron In Situ.

Tabla 4: Especificaciones técnicas de las muestras recolectadas

DETERMINACIÓN/ PARÁMETRO	RECIPIENTE O FRASCO	VOLUMEN DE LA MUESTRA	TOMA DE MUESTRA	PRESERVACIÓN Y CONCENTRACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE DURACIÓN
AGUA SUPERFICIAL					
FISICOQUIMICO					
pH, TEMPERATURA	--	--	Sumergir el equipo en el cuerpo receptor	--	Tomar en Campo
TURBIDEZ	PLÁSTICO AMBAR	250 ml	Colectar 250 ml de muestra sumergiendo 20 cm el frasco en el cuerpo de agua.	Guardarlo en refrigeración	Máximo 48 horas para su ingreso al laboratorio
DBO5	PLÁSTICO	1 L	Colectar muestra 1 L sumergiendo 20 cm el frasco en el cuerpo de agua.	Llenar completamente, sin dejar burbujas de aire	Máximo 48 horas para su ingreso al laboratorio

				y guardarlo en refrigeración.	
DQO	PLÁSTICO	100 ml	Colectar muestra 100 ml sumergiendo 20 cm el frasco en el cuerpo de agua.	Agregar 10 gotas de H ₂ SO ₄ y guardar en refrigeración	Máximo 28 días para su ingreso al laboratorio
MICRIBIOLÓGICO					
COLIFORMES TOTALES	PLÁSTICO ESTÉRIL	250 ml	Colectar 250 ml de muestra del cuerpo de agua.	Guardarlo en refrigeración	Máximo 24 horas antes de su ingreso al laboratorio
ESCHERICHIA COLI	PLÁSTICO ESTÉRIL	250 ml	Colectar 250 ml de muestra del cuerpo de agua.	Guardarlo en refrigeración	Máximo 24 horas antes de su ingreso al laboratorio
TOTAL EN LITROS POR PUNTO		1.85 L			

Fuente: Analytical Laboratory, ALAB, 2022.

Muestreo: “Es un instrumento de investigación, cuyo propósito principal es determinar parte de la población que se va a analizar”. (Hernández, C. E. 2019).

El muestreo que aplicado es no probabilístico, ya que el investigador resuelve o determina el número de muestra, siendo esta representativa.

Descripción del área de estudio

La investigación se lleva a cabo en la provincia de San Martín, Región San Martín, concretamente en la cuenca del río Cumbaza, donde se ubicaron tres puntos de estudio: parte alta (zona de protección, cordillera cerro escalera), parte media (zona de amortiguamiento) y parte baja (zona urbana).



Figura 7: Mapa de ubicación de los puntos de muestreo

Fuente: *Elaboración propia de las investigadoras, 2022*

Puntos de muestreo: Estos puntos de muestreo se determinaron teniendo como base el manual de muestreo de macro invertebrados hídricos adaptada por Carrera & Fierro, (2001) citado por Quishpi, et al, (2018). Se realizó el muestreo de elementos fisicoquímicos como lo establece el protocolo de calidad de recursos hídricos superficiales, Para seleccionar los lugares de monitoreo en el río Cumbaza se consideró la parte alta, media y baja, las cuales abarcan zona de protección, zona de amortiguamiento y zona urbana donde la cuenca es utilizada para desarrollar diferentes actividades antropogénicas (ANA, 2016).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

- La observación directa
- La descripción

De esta manera se registrarán los cambios y las situaciones que se presentarán en el tiempo que dure la ejecución, así como también las observaciones que se puedan presentar antes y después.

Esta técnica tiene como objetivo desarrollar un registro sistemático, fiable y válido de las conductas o situaciones observadas. (SINEACE, 2020).

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha de data de campo, se utilizará a partir del trabajo in situ, recopilando información concisa que nos permite la identificación de determinadas características del objeto estudiado.
- Cadena de custodia, se especificarán las características y toma de muestras, parámetros y algunas observaciones.

Validez

“La validez está determinada por el valor de la teoría y evidencia probada, la interpretación de calificaciones de los ensayos o los instrumentos de prueba para usos específicos” (American Educational Research Association et al, 2018).



Tabla N° 5: Ficha de registro de campo

FICHA DE REGISTRO DE CAMPO

LUGAR DE ESTUDIO: _____ REALIZADO POR: _____

FECHA: _____ RESPONSABLE: _____

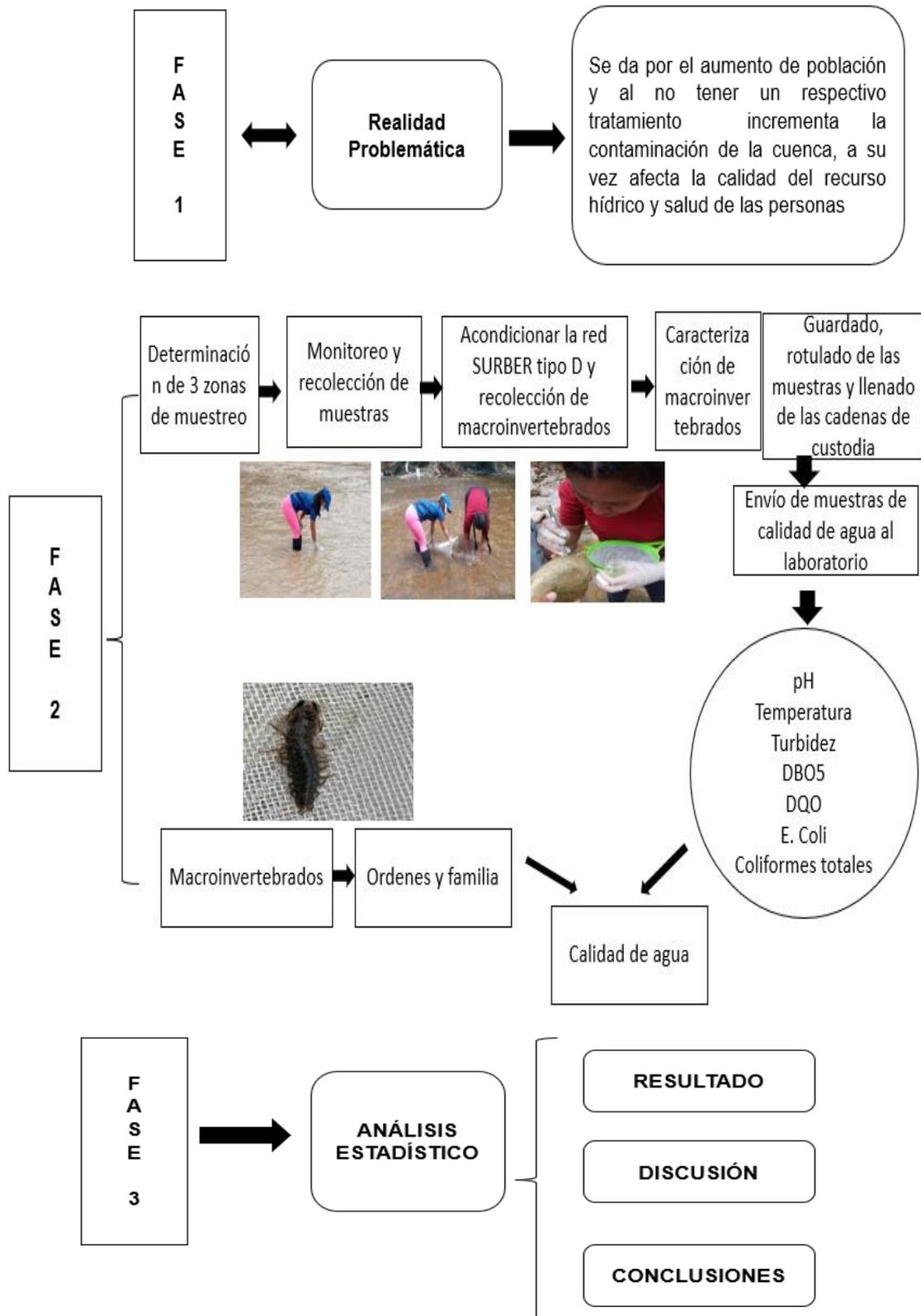
Punto de monitoreo	Descripción	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	pH	T	Observaciones
		Norte	Este	Msnm				°C	

Tabla N° 6: Materiales e instrumentos.

Nombre	Definición	Marca/serie	Imagen
Red surber	Utilizadas para evaluar comunidades de macroinvertebrados en ríos o quebradas, red de mano con marco cuadrado de 30 x 30cm de ancho, con tamaño de 300 micras, el cual es sumergida a una profundidad aproximada de 20 cm mirando aguas arrib (The environment management 2022)	300 um	
Lupa grande	Lupa de 90 mm de diámetro con dos dioptrías e iluminación, base pesada de hierro fundido y dos abrazaderas móviles con pinzas cocodrilo para un agarre seguro, mejora la visualización de objetos o animales pequeños.	Vidrio	
GPS	Tiene origen militar, se creó en EEUU, su primera función era de situar a los submarinos nucleares, hoy en día es una herramienta que sirve para la Geodesia, la topografía, cartografía, la navegación, etc., (Zurdo, 2017)	Garmin 64s	
Peachímetro	El pH 55 es un medidor de pH y T° impermeable con pantalla LCD amplia, donde se indican y muestran las mediciones en un rango extendido de pH -2 hasta 16 y simultáneamente muestra la temperatura de -5.0 a 105°C (AgroMarket, 2021)	pH55 IP65 Milwaukee	

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

3.5. Procedimientos



Determinación de la ubicación de la zona de estudio

- Se procedió a reconocer y ubicar los puntos de muestreo con apoyo del GPS para facilitar la recolección de muestras, además se verificó los materiales para ser utilizados en la toma de muestra (Mezgebu, et al.,2019).

Recolección de muestras de calidad de agua

- El procedimiento de recolección de muestra se realizó teniendo en cuenta lo descrito en el protocolo de calidad de recursos hídricos superficiales (Mezgebu, et al., 2019).
- Se realizó la recolección de muestras en tres lugares establecidos parte alta, parte media y parte baja, de tal manera se evaluó los 7 parámetros (DBO5, DQO, E. Coli, Coliformes totales, Turbidez, pH y Temperatura), en los meses de marzo y abril (Bae, et al.,2021).

Selección del área de observación

El tramo evaluado del Cumbaza tiene una longitud aproximado de 100 metros, la cual fue recorrido para un diagnóstico visual rápido, para determinar el lugar de monitoreo y así identificar los diferentes hábitats de los macroinvertebrados presentes en: áreas lóaticas, con macrófitos con raíces o con diferentes sustratos como: lodo, arena, limo, etc. (Bae, et al.,2021).

Muestreo de los hábitats

Se monitorean todos los hábitats presentes con una red de mano con macro cuadrado de 30 x 30 cm de ancho con tamaño de la malla de 300 μm y una boca de entrada de unos 30 cm de diámetro, la malla nos permitió recolectar todos los macroinvertebrados del río, además permite separar de las impurezas, este muestreo se lleva a cabo colocando la malla en dirección de la corriente de agua, sacudiendo el sustrato aguas arriba de la manga con las manos o los pies, realizando un movimiento en zig zag con la red para que todo el material movido entre a éste. Se deben limpiar bien las piedras dentro de la red en una tina de aluminio por ambas caras, así como troncos, raíces, masas de algas, etc. La recolección se realiza desde aguas abajo hacia arriba del tramo para evitar que la perturbación haga huir a los animales (Mezgebu, et al., 2019). Asimismo, para el muestreo se debe tener

en cuenta las condiciones ambientales para evitar interrupciones al momento de identificar los animales (Nkwoji et al., 2020). Además, para el muestreo para la identificación de los animales en el cuerpo de agua se debe evitar los ruidos fuertes para que las especies no migren de lugar o se oculten en refugios acuáticos (Soedarmanto y Setiawati, 2020)

Zonas de muestreo.

La investigación consideró tres zonas de muestreo, la cuenca alta (N:9293942 y E: 0340294) dentro del área de conservación regional (ACR), con bosques primarios de especies nativas de San Martín, la cuenca media ubicada en las coordenadas UTM (X: 9286650 y E: 0347159) dentro del área peri urbano y bosques secundarios con intervenciones urbanas, entre las localidades de San Roque de Cumbaza y Morales, el tercer punto de muestreo situado en la parte baja de la cuenca (X: 9281853 y E: 0346786) ubicado en el sector de Santa Rosa de Cumbaza, precisamente a unos 400 metros de una descarga de aguas residuales domésticas (Mezgebu, et al., 2019). Asimismo, las zonas de muestreo son las adecuadas a menos de 500 metros de descargas de aguas contaminadas con residuos domésticos o industriales (Ahmad et al., 2020). También las zonas de muestreo son las adecuadas para la evaluación de las especies acuáticas en las descargas de efluentes de aguas contaminadas (Tor et al., 2021).

Recolección de organismos bentónicos

- Para realizar el respectivo monitoreo de los organismos bentónicos en el río Cumbaza del distrito de Tarapoto, se realizó en 2 etapas: en el mes de marzo y el segundo muestreo en abril, donde se ubicaron 3 estaciones de monitoreo, la primera estación ubicada en la parte alta de la cuenca del río Cumbaza, específicamente en la parte alta del distrito de San Roque de Cumbaza, la segunda estación de muestreo ubicada en la parte media que corresponde al sector Bocatoma del río Cumbaza y la tercera estación de monitoreo ubicado en la parte baja de la localidad de Santa Rosa de Cumbaza (Mezgebu, et al., 2019). Para una recolección adecuada y conocer la variedad de especies de animales se fija puntos a una distancia de 500 metros de punto a punto (Singh et al., 2020). Asimismo, para buenos hallazgos de animales acuáticos se debe reconocer los puntos

adecuados para el monitoreo y con facilidad de ingreso y las distancias de punto a punto no sean menores a 100 metros (Goncharov et al., 2020)

- El primer monitoreo de la calidad del agua se realizó en el mes de marzo del presente año 2022, en el cual se monitoreo en los puntos establecidos, primer punto parte alta ubicado en el distrito de San Roque de Cumbaza, segundo punto en el sector bocatoma y tercer punto en la localidad de Santa Rosa de Cumbaza, el objetivo para la toma de muestras consiste en recoger todos los organismos bentónicos posibles con la red SURBER sujeta por el investigador (Mezgebu, et al.,2019). Asimismo, para una mejor recolección de organismos bentónicos se hace uso de redes surber de 500 micras en evitar que los animales salgan de la malla (Sun et al., 2020). También otros autores hicieron uso de una red surber cuadrada para la facilidad de ingreso de los animales acuáticos en fuentes hídricas de bajo caudal (Sudta et al., 2021).
- El diseño realizado fue aleatorio específicamente, con tres estaciones de muestreo, se estratificaron dos sustratos como: piedras y arena, las cuales se evaluaron con una red Surber, la cual fue puesta en sentido contrario al flujo de corriente de agua, con el marco de metal en la parte donde se encuentra la arena, siempre removiendo el fondo del río, removiendo el sustrato, para que los bentónicos sean depositados en la red por la corriente de agua para luego traspasar las muestras a un envase de aluminio con 5 repeticiones cada uno (Bae, et al.,2021). Asimismo, el diseño de recolección de animales es aleatorios por la fijación de los puntos adecuados para la recolección con la red Surber, para luego instalar las mallas y con la fuerza de la corriente estas tienden a ser atrapadas para ser depositadas en los recipientes adecuadas para el reconocimiento de la especie (Patang et al., 2018). Igualmente, en un diseño utilizado en la recolección de organismos bentónicos usaron una red de forma circular en la recolección de los animales, para ello usaron el movimiento de las piedras para el desplazamiento por la corriente de animales acuáticos (Fierro et al., 2018).
- La otra metodología de recolección de macroinvertebrados consistió en la limpieza de piedras, lo mismo que el anterior se realizaron 5 repeticiones

aguas arriba y 5 aguas debajo de cada punto de monitoreo de agua superficial, para lo cual se procedió a limpiar las piedras con un cepillo dental y posteriormente el lavado de las mismas en el envase de aluminio, posteriormente se procedió al tamizado del contenido del envase para luego almacenar el concentrado en frascos de plásticos estériles (Bae, et al.,2021). Igualmente, otras de las metodologías es el uso por cada punto referenciado realizar más de 5 repeticiones por punto y movimiento de las piedras, restos de vegetales entre otros (Banagar et al., 2018). Seguidamente otra metodología utilizada por cada punto de muestreo es la ubicación de los puntos en las corrientes más fuertes del recurso hídrico evaluado, para luego ser el movimiento de piedras, arenas y restos de vegetales que son acumulados como refugio de los animales acuáticas (Nascimento et al., 2018)

- Se distribuyeron puntos en donde la red estuvo sujeta cada 10 m lineales, aguas arriba y aguas abajo del punto de monitoreo de agua superficial, esta técnica nos permitió recolectar y obtener mayor cantidad de macroinvertebrados bentónicos acuáticos. Esta misma metodología se aplicó en todos los puntos muestreados (Paztran, 2018).
- Luego de recolectar todos los macroinvertebrados se procedió a guardar en envases de plásticos diferentes para su respectiva identificación, además. Finalmente, para preservar los macroinvertebrados se utilizó alcohol de 70°, lo que se procedió a vaciar el alcohol en los envases con bentónicos (Bae, et al.,2021). Asimismo, después de la recolección de los macroinvertebrados bentónicos acuáticos de los puntos de muestreo se depositan en frascos adecuados junto con alcohol de 70° para la conservación adecuada y el transporte (Fernández et al., 2018). Seguidamente otro de los métodos de almacenamiento o guardado de los animales recolectados es el uso de recipientes de vidrios o plásticos para una mejor conservación con alcohol de 70° (Allah et al., 2018)

Identificación de los organismos bentónicos

- La identificación de los macroinvertebrados estuvo a cargo de la bióloga Luz Margarita Colichon Carranza con CBP: 10386, especialista en

macroinvertebrados y Fauna Silvestre, se procedió a sacar de cada uno de los envases y separarlos en un recipiente extendido.

- Luego con ayuda de pinzas y lupa se identificó los macroinvertebrados por orden de familia al que pertenece, además se realizó el conteo de macroinvertebrados pertenecientes a cada orden, la selección se realizó por cada punto de muestreo (Mezgebu, et al., 2019). De tal forma para el conteo e identificación de los macroinvertebrados bentónicos acuáticos recolectados por cada punto de muestreo se usaron punzones y pinzas como material adecuado del conteo por punto monitoreado (Scotti et al., 2019). Asimismo, también una forma usada para la identificación de los macroinvertebrados por orden de familia se usaron lupas, pinzas y recipientes para una adecuada separación de los animales acuáticos (Yorulmaz et al., 2021)

Muestreos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Estos parámetros fueron muestreados por triplicado, temperatura, potencial de hidrógeno por ser parámetros de campo fueron tomados In Situ, la turbidez, DBO5, DQO, coliformes totales y Escherichia coli, fueron conducidos a un laboratorio acreditado por INACAL de la capital de república, para la determinación de los resultados. Estas muestras también fueron tomadas por triplicado en la cuenca del río Cumbaza, (Mezgebu, et al., 2019). Asimismo, los muestreos triplicados en recursos hídricos contaminados fueron fundamentales para la determinación de la DBO5, DQO, coliformes totales y Escherichia coli presentes en el suelo por descargas de aguas residuales (Valladares et al., 2021)

3.6. Método del análisis de datos

Los resultados que se obtendrán previa evaluación fueron tabulados en el Software Microsoft Excel y el IBM SPSS, previo a ello se utilizaron tablas y gráficos en el cual se evidenciará la calidad de agua de la cuenca del río Cumbaza, además se comparó los resultados con el reglamento establecido.

3.7. Aspectos éticos.

La ética es disciplina de la conducta moral de principios, ideales deberes de las labores morales” (Quintero, 2018).

El presente proyecto de investigación está citado de acuerdo a la Guía de Elaboración de Trabajo de Investigación y Tesis para lograr grados académicos y títulos profesionales de la Universidad César Vallejo, siguiendo los lineamientos de la Resolución de Consejo Universitario N.º 0168-2020/UCV, también la Resolución del vicerrectorado de investigación N°011-2020-VI-UCV. Además, se respetará a los autores mencionados con sus respectivas citas.

IV. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron durante el periodo de evaluación de la calidad del agua del río Cumbaza de los meses de marzo y abril están representados en las siguientes tablas y figuras:

OE1: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresado mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua

Tabla 7: Resultados de los parámetros fisicoquímicos y la valoración biológica (índice BMWP) de la evaluación en los meses marzo y abril.

RELACION DE MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS Y LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS							
MESES DE MUESTREO	PUNTOS DE MONITOREO	BMWP	DBO5 mg/L	DQO mg/L	Turbidez NTU	pH Unidad	Temperatura °C
MARZO	I-Parte Alta	65	<2	21.7	6.82	7.5	23.9
	II-Parte Media	39	<2	25.8	185.00	7.3	24.0
	III-Parte Baja	19	<2	26.8	74.40	7.3	26.9
ABRIL	I-Parte Alta	65	<2	28.3	211.00	7.2	21.6
	II-Parte Media	39	<2	25.8	553.00	7.2	22.6
	III-Parte Baja	24	<2	24.2	650.00	7.3	23.2

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

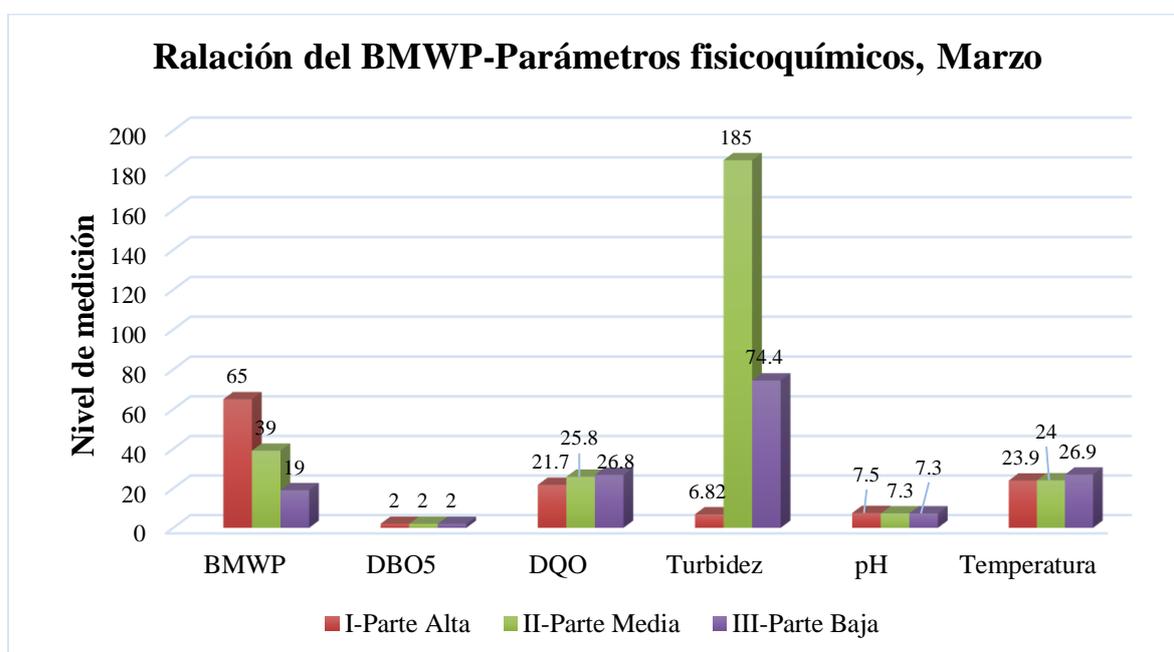


Figura 8: Relación entre el BMWP con los parámetros fisicoquímicos del mes de marzo.

Fuente: Elaboración de las investigadoras 2022.

En la figura 8 quedó demostrado la relación del BMWP de acuerdo a los puntos de muestreo del mes de marzo donde en la I parte alta con 65 macroinvertebrados bentónicos que al relacionar con los parámetros fisicoquímicos indican que la calidad del agua se encuentran en condiciones adecuadas por presentar datos bajos y se ve una mejor proliferación de las animales acuáticos, asimismo para el punto II de la parte media con 39 de macroinvertebrados bentónicos que al relacionar con los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos la calidad del agua se encontró ligeramente afectada por los niveles obtenidos y la disminución de los macroinvertebrados bentónicos en el punto muestreado y para el punto III parte baja se recolectaron 19 macroinvertebrados bentónicos, que por los altos niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua perjudicaron la proliferación de los animales acuáticos determinando que la calidad del agua estuvo severamente afectada para cualquier actividad antropogénica.

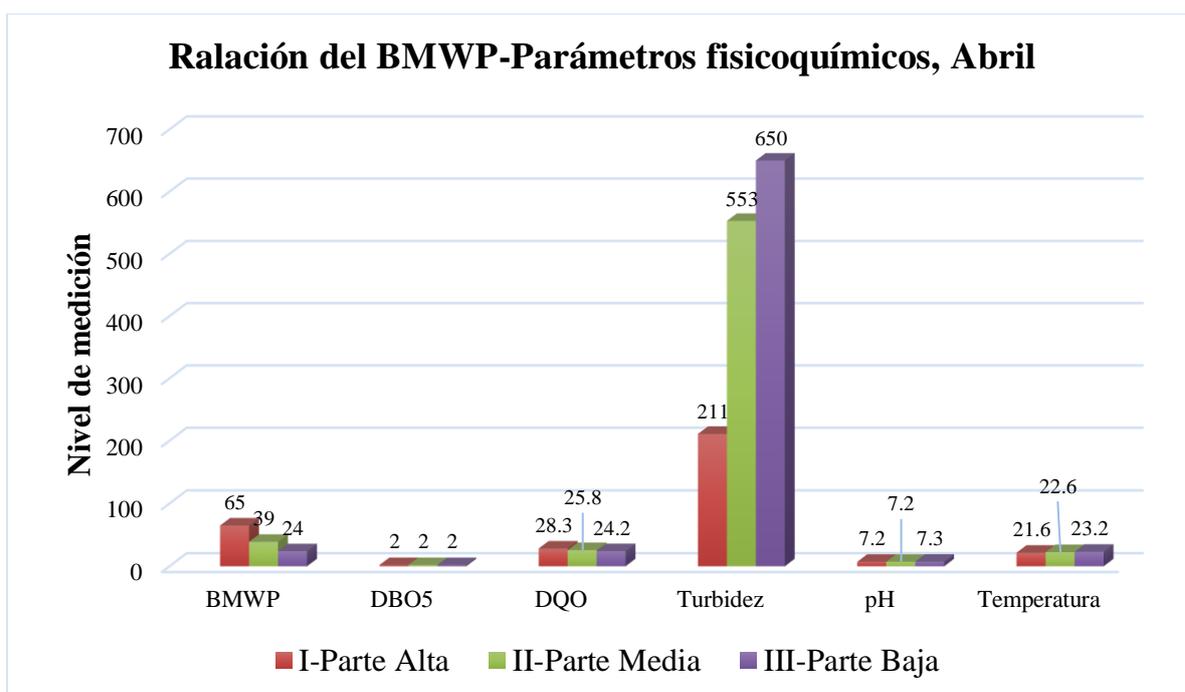


Figura 9: Relación entre el BMWP con los parámetros fisicoquímicos del mes de abril.

Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

En la figura 9 se muestra la relación del BMWP según los puntos de muestreo del mes de abril donde en la parte alta con 65 macroinvertebrados bentónicos que al relacionarlos con los parámetros fisicoquímicos indican que la calidad del agua se encuentra en condiciones adecuadas debido a las bajos parámetros evaluados y

se aprecia una mejor proliferación de animales acuáticos, también para el punto II de la parte media con 39 macroinvertebrados bentónicos que, al relacionar los datos obtenidos de los parámetros fisicoquímicos, la calidad del agua se vio levemente afectada por los niveles obtenidos y la disminución en macroinvertebrados bentónicos en el punto muestreado y para el punto III, la parte inferior, se colectaron 24 macroinvertebrados bentónicos, los cuales, debido a los altos niveles de los parámetros fisicoquímicos del agua, perjudicaron la proliferación de animales acuáticos, determinando que la calidad del agua el agua fue severamente contaminada por cualquier actividad antropogénica.

La tabla 7 muestra los resultados de la valoración biológica BMWP encontrados en los puntos de monitoreo en los meses de marzo y abril, con los parámetros fisicoquímicos evaluados en cada punto de monitoreo, teniendo en cuenta que el índice biológico (BMWP) de los macro invertebrados bentónicos encontrados con los parámetros analizados determinan que los cambios de las variables influyen en los cambios de la otra, los datos de evaluación de los parámetros fisicoquímicos del río Cumbaza del mes de marzo y abril en las 3 estaciones de monitoreo, se observan lo siguiente:

Tabla 8: Biological Monitoring Working Party (BMWP-DBO5)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.93456527
Coeficiente de determinación R ²	0.87341225
R ² ajustado	0.84176532
Error típico	7.81291666
Observaciones	6

Fuente: elaboración de las investigadoras 2022

La tabla 8 muestra la correlación que existe entre la BMWP y la DBO5, dicho parámetro en las 3 estaciones de muestreo (marzo y abril) su valor es <2, lo que indica que existe una correlación alta positiva entre BMWP – DBO5 con r de Pearson de 0.934, así mismo el coeficiente de determinación de 0.84; donde el 84%

de la DBO5 es influenciada por el BMWP en la calidad acuática del río Cumbaza, esto significa que la calidad del agua del río Cumbaza en los dos meses de monitoreo tiene una buena calidad, por lo tanto cumple con lo establecido en el ECA para agua DS N° 004-2017-MINAM, categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos-Selva. Por ello, (Valladares 2021), encontró en el río El Horno valores elevados de DBO por lo que las muestras tomadas en el punto alto y medio del río se clasificaron como clase III (contaminación moderada), pero el punto del tramo bajo tienen una categorización IV (contaminación severa)

Tabla 9: Biological Monitoring Working Party (BMWP-Turbidez)

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0.40233764
Coeficiente de determinación R ²	0.16187558
R ² ajustado	-0.04765553
Error típico	20.1034967
Observaciones	6

Fuente: elaboración del investigador 2022.

La tabla 9 muestra la correlación que existe entre la BMWP y la turbidez, este parámetro tienen variaciones en las 3 estaciones de muestreo, en marzo en la parte alta tiene 6.82 UNT, en la parte media 185 UNT y en la parte baja 74.40 UNT, en el mes de abril se reportaron para la parte alta media y baja concentraciones de 211, 553 y 650 UNT respectivamente, lo que significa baja moderada positiva entre BMWP – Turbidez con r de Pearson de 0.402, así mismo un coeficiente de determinación de -0.04 donde la turbidez no es influenciada por la BMWP en la calidad acuática del río Cumbaza, estos resultados no aplican con los ECAs para agua DS N° 004-2017-MINAM, categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos-Selva, similares resultados encontraron (Díaz Chávez, et al 2020), donde sobresale la contaminación visual que muestran las aguas del río Ranchería en mitad de su cuenca a causa de la elevada turbiedad, atribuidos a la positiva relación y significativa que esta variable guarda con el aumento de las lluvias sobre la cuenca, problema que se acrecienta por la deforestación dejando un sustrato flojo y erosionado.

Tabla 10: Correlación de Pearson para los parámetros fisicoquímicos

Pearson Correlations		BMWP	DBO5	DQO	Turbidez	pH	Temperatura	
BMWP	Pearson Corr.	1	0.93457	0.14057	0.40234	0.24169	-0.59835	
BMWP	p-value	--	0.00628			0.64453	0.20959	< 0.05 significativo
DBO5	Pearson Corr.	0.93457	1	0.03037	0.09813	0.06299	-0.81174	p > 0.05 NO es significativo
DBO5	p-value	0.00628	--	0.95446	0.85328	0.90563	0.04983	
DQO	Pearson Corr.	0.14057	0.03037	1	0.05048	0.85978	-0.1011	
DQO	p-value	0.79053	0.95446	--	0.92434	0.02811	0.84887	
Turbidez	Pearson Corr.	0.40234	0.09813	0.05048	1	0.52373	-0.45881	
Turbidez	p-value	0.42906	0.85328	0.92434	--	0.28623	0.36008	
pH	Pearson Corr.	0.24169	0.06299	0.85978	0.52373	1	0.3647	
pH	p-value	0.64453	0.90563	0.02811	0.28623	--	0.47721	
Temperatura	Pearson Corr.	0.59835	0.81174	-0.1011	0.45881	0.3647	1	
Temperatura	p-value	0.20959	0.04983	0.84887	0.36008	0.47721	--	

Fuente: elaboración de las investigadoras, 2022

La tabla 10 representa la correlación del BMWP con respecto a la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), donde existe una correlación alta positiva $p < 0.05$ (0.00628), por lo tanto, el coeficiente de correlación de Pearson es igual a 0.93457 y es significativo y la correlación es fuerte, en cambio para los demás parámetros fisicoquímicos $p > 0.05$, eso significa que no hay correlación lineal, por lo que la correlación del BMWP con relación a la demanda química de oxígeno (DQO) presenta correlación baja positiva con r de Pearson 0.140 ($p < 0.05$), siendo el coeficiente de correlación 0.7905, lo mismo pasa para turbidez la que presenta una correlación baja moderada BMWP-turbidez, $p < 0.05$ (0.42905), de la misma manera la relación BMWP-pH muestra correlación baja positiva $p < 0.05$ (0.6445) y de la misma manera existe correlación moderada positiva entre BMWP-Temperatura, $p < 0.05$ (0.2095), donde solo el 19% de la temperatura es influenciada por el BMWP en la calidad del agua.

OE2: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua.

Tabla 11: Resultados de los parámetros microbiológicos y la valoración biológica (índice BMWP) de la evaluación en los meses marzo y abril.

Relación de macroinvertebrados encontrados y los parámetros microbiológicos				
MESES DE MUESTREO	PUNTOS DE MONITOREO	BMWP	Coliformes Totales NMP/100 ml	<i>Echiacríchia Coli</i>
MARZO	I-Parte Alta	65	17000.00	17000.00
	II-Parte media	39	92000.00	28000.00
	III-Parte baja	19	160000.00	92000.00
ABRIL	I-Parte Alta	65	9200.00	2200.00
	II-Parte media	39	92000.00	11000.00
	III-Parte baja	24	92000.00	7900.00

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

La tabla 11 muestran las concentraciones de los parámetros microbiológicos muestreados en los 3 puntos de muestreos en los meses de marzo y abril, donde se pueden observar que los coliformes totales en el mes de marzo tienen mayor concentración en la parte baja (160 000.00 NMP/100ml) y la menor concentración se da en la parte alta en el mes de abril (17 000.00 NMP/100ml), lo que significa que las condiciones ambientales del río Cumbaza en cabecera de cueca tiene mejor calidad ambiental que de la parte baja, ya que estas están más en contacto y degradadas por las actividades antropogénicas de la población, de la misma manera la mayor concentración de *Escherichia coli* se da en marzo en la parte baja (92 000.00) y la menor concentración en abril en la parte alta (2 200.00).

Tabla 12: Correlación del índice BMWP y el parámetro de Coliformes Termotolerantes (CT).

Estadísticas de la regression	
Coefficiente de correlación múltiple	0.944636258
Coefficiente de determinación R ²	0.89233766
R ² ajustado	0.865422075
Error típico	7.205253463
Observaciones	6

Fuente: Elaboración propia de los investigadores, 2022.

La tabla 12 indica que existe correlación alta positiva entre BMWP-CT, $p < 0.05$ (0.0045) con R de Pearson de 0.944 ($p > 0.05$), lo que significa que existe una correlación fuerte y significativa. Asimismo, un coeficiente de determinación de 0.86; donde el 86% del CT es influenciada por el BMWP en la calidad acuática del río Cumbaza, en relación al parámetro biológico *Escherichia coli* $p > 0.05$ (0.58244) lo que significa que no hay correlación lineal.

Por ello la demanda bioquímica de oxígeno encontrada en los diferentes puntos muestreados con relación a los BMWP son favorables para la proliferación de los macro invertebrados bentónicos acuáticos, lo que significa la baja contaminación que tiene el cauce del río Cumbaza, eso explica la baja concentración de DBO5 ya que en aguas contaminadas estos valores aumentan, por ello (Custodio y Chanamé 2016) muestra la alta calidad del agua del río Cunas con un promedio de concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) es de 0.86 mg/L. Del mismo modo, los coliformes totales tienen correlación alta positiva y se encuentran en los tres puntos de muestreo con concentraciones relativamente altas, las cuales pueden ser por la presencia de heces en el ambiente acuático o por aguas ricas en nutrientes, suelo, materiales vegetales en descomposición o simplemente encontrarse en aguas relativamente sanas, por ello (Herrera et al., 2022), se refiere a los índices de contaminación que presentan mayor correlación (fuerte y moderada) es muchas veces por la calidad de los micro hábitats que determinan entre muchos aspectos la presencia de nutrientes y la existencia de sustratos adecuado.

OG: Analizar el uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martin 2022.

Tabla 13: Composición taxonómica de los macroinvertebrados bentónicos encontrados en el río Cumbaza, San Martín 2022, pertenecientes al mes de marzo y abril.

Periodo de evaluación	Clase	Orden	Familia
Mes de marzo	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
			Euthyplociidae
		Coleóptera	Baetidae
			Elmidae
		Odonata	Coenagrionidae
			Libellulidae
			Aeshnidae
		Megaloptera	Gomphidae
			Corydalidae
		Plecóptera	Perlidae
Mes de abril	Insecta	Ephemeroptera	Leptophlebiidae
			Euthyplociidae
		Hemiptera	Baetidae
			Naucoridae-Ambrysus
		Coleóptero	Elmidae-Disersus
			Odonata
		Megaloptera	Corydalidae
			Díptera
		Plecóptera	Perlidae

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

En la tabla 13 se puede observar los resultados de la composición taxonómica de macro invertebrados bentónicos correspondientes a la colecta llevado a cabo en marzo, donde se encontraron, 1 clase, 5 órdenes y 10 familias de macro invertebrados bentónicos, los que están constituidas básicamente por la clase Insecta, con las órdenes, *Ephemeroptera* (*Leptophlebiidae*), Coleóptera (*Elmidae*), *Ondonata* (*Libellulidae*), *Megaloptera* (*Corydalidae*), Plecóptera (*Perlidae*); mientras tanto en abril se encontró una: 1 clase, 7 órdenes y 9 familias, constituidos por la clase Insecta de órdenes, *Ephemeroptera* (*Leptophlebiidae*); *Hemiptera* (*Ambrissus*), *Coleoptero* (*Disersus*), *Ondonata* (*Libellulidae*), *Megaloptera* (*Corydalidae*), *Díptera* (*Psephenidae*), *Plecóptera* (*Perlidae*).

Tabla 14: Cuantificación total por familia y su porcentaje de la composición taxonómica de los bioindicadores bentónicos encontrados en los puntos de muestreo del río Cumbaza, San Martín, 2022, marzo

Marzo						
Orden	Familia	P1	P2	P3	Nº de especies	Porcentaje %
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	7	3	1	11	8.94
	Euthyplociidae	5	4	0	9	7.32
	Baetidae	4	5	3	12	9.79
Coleóptera	Elmidae	4	2	4	10	8.13
	Coenagrionidae	9	5	1	15	12.20
Ondonata	Libellulidae	4	6	3	13	10.57
	Aeshnidae	4	0	1	5	4.07
Megalóptera	Gomphidae	7	2	0	9	7.32
	Corydalidae	9	5	4	18	14.63
Plecóptera	Perlidae	12	7	2	21	17.07
Total de individuos		65	39	19	123	

Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

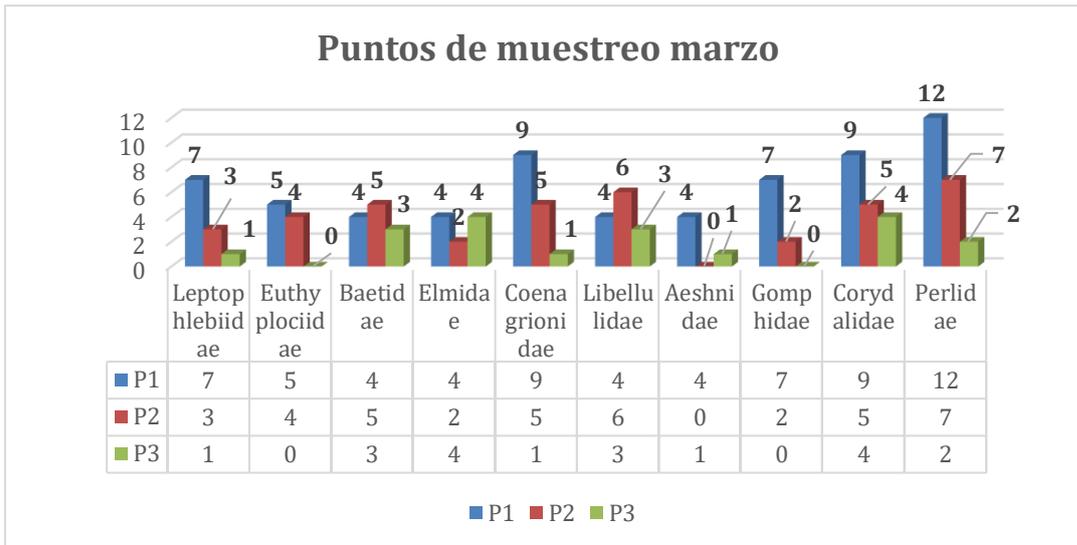


Figura 10: Cantidad de familias de macro invertebrados en marzo.
Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

En la tabla 14 y figura 10 se presentan los resultados de la cuantificación total por familia y el porcentaje de diversidad taxonómica de bentónicos colectados en el mes de marzo en el río Cumbaza, en ese mes se colectaron 123 macro invertebrados, donde la familia más dominante es la Perlidae, la Corydalidae y Coenagrionidae, con relación al índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se encontraron 65 especies en la parte alta del río Cumbaza, lo que quedó demostrado una calidad del agua aceptable para desarrollo de actividades antropogénicas, de tal manera en la parte media de punto de muestreo se colectaron 39 especies, lo que se evidenció que la calidad del agua es dudosa para uso por los parámetros fisicoquímicos que fueron ligeramente altos fuera de lo permitido y en la parte baja del río se encontraron 19 especies, indicando que la calidad del agua fue crítica demostrado por análisis fisicoquímicas y la proliferación de los especies acuáticas, donde estas condiciones se dan porque en la parte alta de la cuenca la intervención antrópica es nula, y a medida se evidencio el crecimiento poblacional que perjudica el cauce del río, donde las actividades van haciéndose más comunes y por eso disminuye de manera gradual la calidad del agua, por ello (Mosquera y Peña, 2021) se refiere a las familias de Perlidae como las más sensibles y por ello su puntuación es de 10 de acuerdo con la tolerancia de los diferentes grupos a la contaminación orgánica en las cuencas hidrográficas.

Tabla 15: Cuantificación total por familia y su porcentaje de la composición taxonómica de los bioindicadores bentónicos encontrados en los puntos de muestreo del río Cumbaza, San Martín, 2022, abril.

Abril						
Orden	Familia	P1	P2	P3	Nº especies	Porcentaje %
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	9	5	6	20	15.63
	Euthyplociidae	8	6	4	18	14.06
	Baetidae	5	8	4	17	13.28
Hemiptera	Naucoridae	3	0	0	3	2.34
Coleóptero	Elmidae	4	0	0	4	3.13
Odonata	Libellulidae	3	2	0	5	3.91
Megaloptera	Corydalidae	11	7	3	21	16.41
Díptera	Psephenidae	7	2	0	9	7.03
Plecóptera	Perlidae	15	9	7	31	24.22
Nº total de individuos		65	39	24	128	

Fuente: elaboración de las investigadoras, 2022.

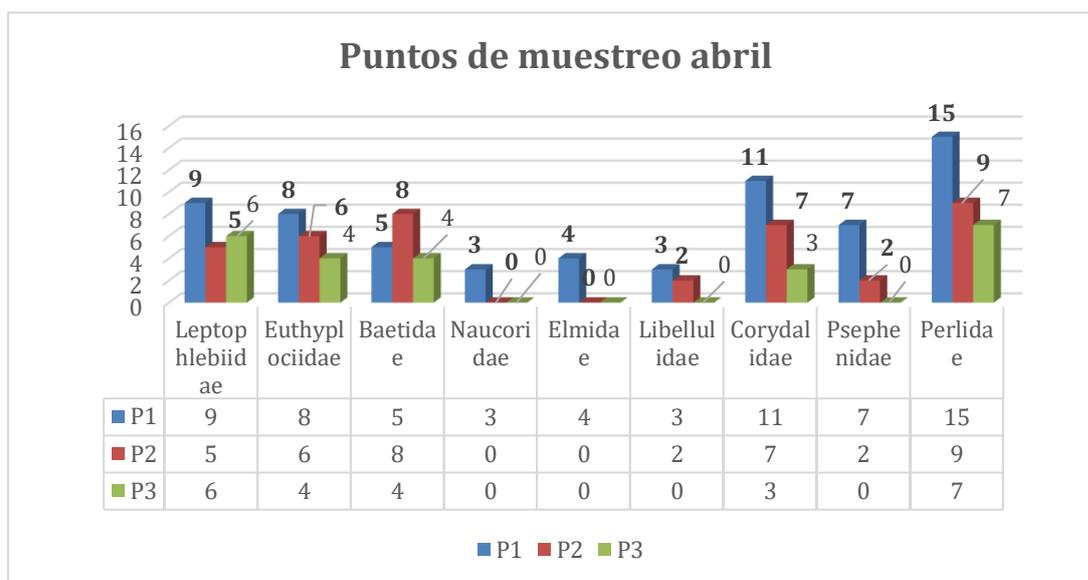


Figura 11: Porcentajes de familias de macro invertebrados en abril.

Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

En la tabla 15 y figura 11 se describen los resultados de la cuantificación total por familia y el porcentaje de diversidad taxonómica de los macro invertebrados bentónicos colectados correspondiente a la colecta del mes de abril en el río Cumbaza, en ese mes se muestrearon 128 macro invertebrados, donde la familia más dominante es la Perlidae, Corydalidae, Leptophlebiidae, Euthyplociidae y Baetidae, con relación al índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) se

encontraron 65 especies en la parte alta del río Cumbaza, lo que evidencia una calidad ambiental del agua es aceptable demostrado junto a los análisis fisicoquímicos del agua. De tal forma en la parte media se colectaron 39 especies, lo que significa que la calidad del agua está ligeramente afectada por los parámetros fisicoquímicos a causa del aumento poblacional y descargas de efluentes de aguas servidas al recurso hídrico y en la parte baja del río se encontraron 24 especies, el cual determinó la calidad del agua muy crítica, donde se entendió que en la parte alta de la cuenca del río Cumbaza la intervención del hombre es casi nula por ser una área de conservación regional, y cuanto más se aleja el punto de la parte alta las actividades del hombre aumentan lo que hace que disminuye de manera paulatina las condiciones ambientales de la calidad del agua, ante esto (Buenaño, et al. 2018) pondera a las familias de Baetidae con puntuación 7 respecto a su tolerancia a la contaminación de los diferentes grupos de contaminación orgánica. A pesar de ello, la DBO5 fue insignificante en los 2 periodos evaluados

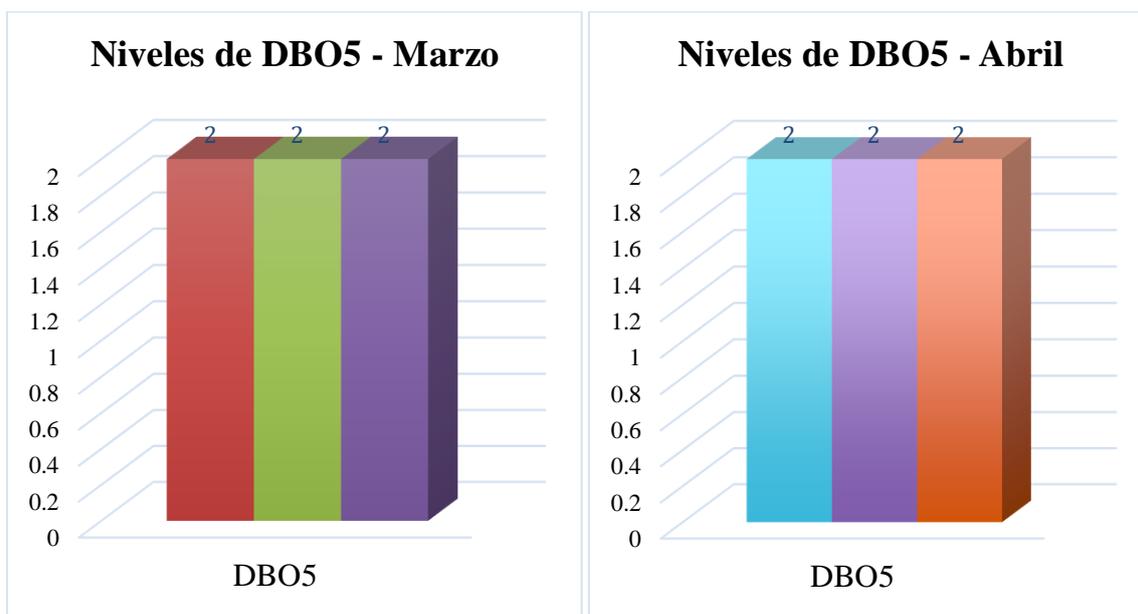


Figura 12: Nivel de calidad del agua por la DBO del mes de marzo-abril. Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

En la figura 12 se observa que la presencia de niveles de DBO5 en los meses de marzo y abril son bajos, lo que debe indicar bajos niveles de materia orgánica en el río Cumbaza, esto quiere decir que la proliferación de bioindicadores bentónicos es baja ya que estos animales están asociados a residuos orgánicos como alimento y refugio para su supervivencia.

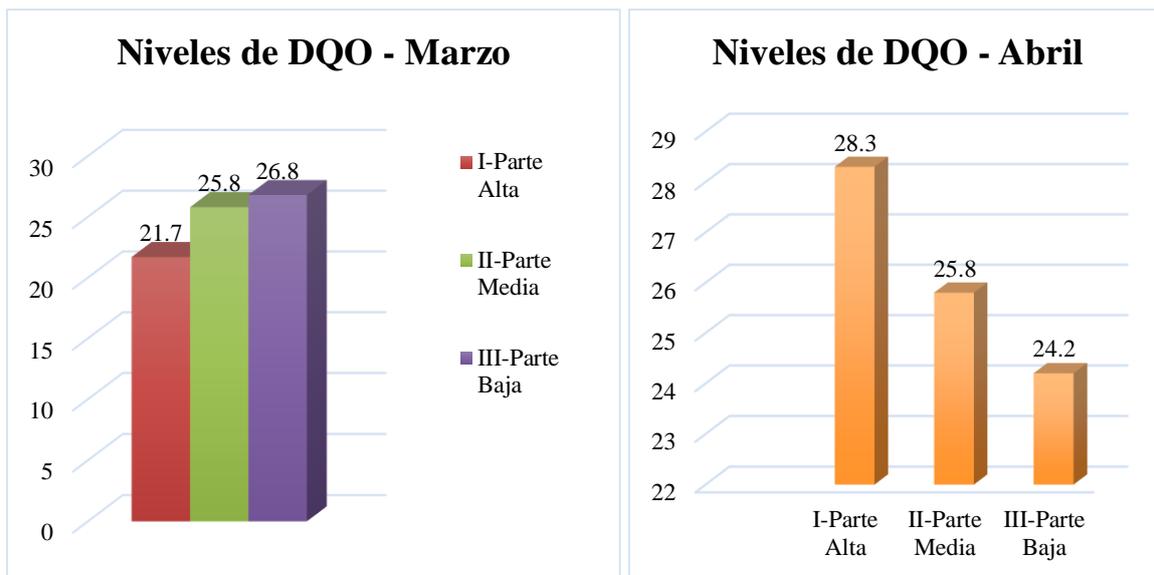


Figura 13: Nivel de calidad del agua por la DQO del mes de marzo-abril. Fuente elaboración de las investigadoras 2022.

En la figura 13 quedó demostrado los niveles de la DQO en el agua del río Cumbaza de los puntos muestreados con niveles bajos que demuestra poca presencia de materia orgánica recalcitrante y el aumento paulatino de la proliferación de los bioindicadores bentónicos, esto hizo demostrar que la calidad del agua en la parte baja del río se encuentre severamente afectado por contaminación antropogénica del aumento del casco urbano.

Tabla 16: Clasificación de las aguas y su interpretación ambiental de acuerdo a BMWP.

Categoría	Calidad	Valor BMWP	Interpretación	Color
I	Buena	>150	Aguas muy limpias	Blue
II	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas	Green
III	Dudosa	30-60	Moderadamente contaminada	Yellow
IV	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	Orange
V	Muy Crítica	<15	Aguas fuertemente contaminadas	Red

Fuente: Mosquera y Peña, 2021

En la tabla 16 se muestra la calificación de las aguas y su respectiva clasificación e interpretación ambiental de acuerdo al índice de BMWP, donde en la categoría I

la calidad del agua es buena (aguas muy limpias) con un valor BMWP de <150, en la categoría II la calidad aceptable (ligeramente contaminada) con valor de BMWP de 61-100, la categoría III con calidad dudosa (aguas moderadamente contaminadas) con BMWP 30-60, categoría IV con calidad crítica (aguas muy contaminadas) con un índice de BMWP 16-35 y la categoría V con calidad muy crítica (aguas fuertemente contaminadas) con índices de BMWP <15.

Tabla 17: Calidad del agua del río Cumbaza de acuerdo a los macroinvertebrados y los índices de diversidad (Shannon-Wiener e índice de Simpson) índice de riqueza (Margalef) y el índice de abundancia (equidad Pielou) y BMWP correspondientes al mes de marzo.

INDICES					
Estación de muestreo	Riqueza específica	Shannon	Simpson	Margalef	Pielou
P1- Parte Alta	65	2.223	0.883	2.957	0.669
P2- Parte Media	39	2.122	0.873	2.183	0.669
P3- Parte Baja	19	1.991	0.853	2.585	0.664

Estación muestreo	Calidad	Valor BMWP	Interpretación	Color
Parte alta	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas	
Parte media	Dudosa	30-60	Moderadamente contaminada	
Parte baja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

En la tabla 17 se muestran resultados que corresponden al mes de marzo, donde se muestra la relación de macroinvertebrados con los índices biológicos, con respecto a **Shannon** indica que existe un equilibrio de índice de diversidad en la parte alta y un bajo índice de diversidad en los 2 puntos de monitoreo, aun así la mayor diversidad de macroinvertebrados se evidenció en el punto 1-parte alta

(2.223), lo que significa que la calidad del agua es aceptable, seguidamente el punto 2- parte media (2.122), finalmente la menor diversidad de bentónicos presenta el punto 3-parte baja con (1.991); mientras tanto para **Simpson** (0.883) es un indicativo de alta biodiversidad en la estación 1 la calidad del agua es aceptable, seguido de la estación 2 y 3; por otro lado según el índice de **Margalef** nos dice que la biodiversidad del ecosistema es baja en las 3 estaciones de monitoreo, para el punto 1 indica (2.957), seguido el punto 3 (2.585) y el punto 2 (2.183); para el índice de **Pielou** en los 3 puntos de monitoreo indican que las zonas tienen un índice de baja biodiversidad lo que indica que la calidad del agua es dudosa. Respecto al índice BMWP en la parte alta del río Cumbaza (P1) la calidad del agua es aceptable, en la parte media (P2) es dudosa y en la parte baja (P3) es crítica (Mosquera y Peña,2021).

Tabla N° 18: Calidad del agua del río Cumbaza de acuerdo a los macroinvertebrados y los índices de diversidad (Shannon-Wiener e índice de Simpson) índice de riqueza (Margalef) y el índice de abundancia (equidad Pielou) e índice BMWP, correspondientes al mes de abril.

INDICES					
Estación de muestreo	Riqueza específica	Shannon	Simpson	Margalef	Pielou
Parte Alta	65	2.063	0.858	1.917	0.651
Parte Media	39	1.828	0.827	1.638	0.651
Parte Baja	24	0.359	0.781	1.259	0.155

Estación muestreo	Calidad	Valor BMWP	Interpretación	Color
Parte alta	Aceptable	61-100	Ligeramente contaminadas	
Parte media	Dudosa	30-60	Moderadamente contaminada	
Parte baja	Crítica	16-35	Aguas muy contaminadas	

Fuente: Elaboración propia de las investigadoras, 2022.

La tabla 18 muestran resultados que corresponden al mes de abril indicamos resultados de riqueza específica, índices de diversidad tal es el caso de Shannon, Simpson, margaleft y pielou, de acuerdo a **Shannon** indica que existe un bajo índice de diversidad en las zonas de muestreo, considerando que en el punto de muestreo con mayor presencia de macroinvertebrados fue en el punto 1-parte alta con (2.063), seguido el punto 2- parte media (1.828), finalmente la menor diversidad de bentónicos presenta el punto 3-parte baja con (0.359) lo que indica que la calidad del agua es crítica, mientras tanto para **Simpson** en el punto 1 (0.858) es un indicativo de alta biodiversidad , seguido de la estación 2 y 3; por otro lado según el índice de **Margaleft** indica que la biodiversidad del ecosistema es baja en las 3 estaciones de monitoreo, para el punto 1 indica (1.9177), seguido el punto 2 (1.638) y el punto 3 (1.259); también para el índice de **Pielou** en los 3 puntos de monitoreo indican que las zonas tienen un índice de baja biodiversidad demostrando que la parte baja hay poca presencia de macroinvertebrados y finalmente en la parte alta (P1) el agua es aceptable, en la parte media (P2) el agua es dudosa y en la parte baja (P3) la calidad del agua es crítica (Mosquera y Peña,2021)

V. DISCUSIÓN

OE1: El análisis de la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en familias y órdenes expresados mediante índices de medición de la biodiversidad con los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua se indica que existe correlación del índice BMWP del mes de marzo P1-Parte alta con 65 especies, P2-parte media con 39 especies y P3-Parte-baja con 19 especies macroinvertebrados bentónicos. Además, en el mes de abril P1-Parte alta con 65 especies, P2-parte media con 39 especies y P3-Parte-baja con 24 especies macroinvertebrados bentónicos y el parámetro de DBO5 ya que existe correlación alta positiva entre BMWP-DBO5 con R de Pearson de 0.934, donde el 84% del DBO5 es influenciada por el BMWP; es importante considerar que los valores de DBO5 oscilaron entre los puntos evaluados un promedio de <2 mg/L considerado un nivel apropiado para la calidad del agua y la proliferación de las especies acuática. Que al comparar con otras investigaciones según Odabasi et al. (2022), estudio la calidad de las cuencas del río Sakarya en Turquía, logrando encontrar insectos acuáticos que tenían la OTU más alta con 119 taxones pertenecientes a 35 familias, se identificaron 109 especies de 63 familias en total, según la prueba de Kruskal Wallis 16 pares de índices que se correlacionan significativamente ($p < 0.05$). Al igual que en su investigación de Rico et al. (2022), evaluaron el deterioro ambiental ocasionado por las actividades mineras en los ríos Extoraz y Santa María en México. Logrando encontrar altas concentraciones de metales pesados, con valores máximos en demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅-3.61).

Asimismo en los resultados de los parámetros fisicoquímicos para DBO5 (<2) encontrándose dentro de lo establecido por el ECA, la DQO con valor mayor (28.3 mg/L) y menor (21.7 mg/L), este parámetro no aplica para la normativa, para la turbidez el valor más alto fue en el mes de abril con (650 NTU en el P3) y el menor valor en el mes de marzo con (6.82 NTU en el P1) este parámetro tampoco aplica para la categoría 4 del ECA, respecto al pH y temperatura varían en las diferentes estaciones de monitoreo y no sobrepasan lo que establece la norma peruana (ECA para agua), por este motivo, Yorulmaz et al., (2021) para oxígeno disuelto varió (6.12 mg/L – 10.4 mg/L), para DBO5 (1.12 mg/L – 3.30 mg/L), de acuerdo a las

varianzas indican que existe correlación positiva en temperatura, conductividad eléctrica, demanda bioquímica de oxígeno, dióxido de nitrógeno y amonio y correlación negativa en oxígeno disuelto, por lo que se determina que el agua residual de uso agrícola afecta la calidad del agua del arroyo; por otro lado Mora Tisnado et al., (2020), recolectó macroinvertebrados bentónicos para evaluar la calidad del agua, además, evaluaron los parámetros de potencial de hidrógeno, temperatura, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno y coliformes totales, mostrando resultados de potencial de hidrógeno (6.52 – 7.20) en 2 meses de monitoreo, temperatura (7.4 – 13.3), oxígeno disuelto (5.93- 7.40), conductividad (37.6 uS/cm- 265.9 uS/cm) lo cual indican que todos los parámetros cumplieron con lo establecido en el DS N° 004-2017 MINAM, por su parte Baaloudj et al., (2022), midieron 10 parámetros fisicoquímicos como pH, EC, DO, velocidad del agua, NO₃, salinidad, NO₂ y turbidez, para conocer el estado actual de estos ecosistemas se identificaron 7482 individuos de macroinvertebrados y 40 taxones divididos en 5 clases, los crustáceos son los más dominantes, los insectos con los órdenes *Ephemeroptera*, *Diptera*, *Trichoptera*, *Heteroptera* y *Odonata*, los resultados encontrados según el índice de parámetros abióticos RDA en el eje 1, para potencial de hidrógeno (668.64), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto (891.91), velocidad del agua (892.54), NO₃(892,87), salinidad (-5143,48), NO₂(-664,69) y turbidez (698,32) y los resultados del análisis del modelo nulo revelaron que las asociaciones de especies son aleatorias para cada sitio y para cada mes, similares resultados mostró López et al., (2019), quienes determinaron la calidad del agua a partir de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos existentes en tres lugares del río Teusacá en Colombia, en cada punto de monitoreo midieron oxígeno disuelto, turbidez, temperatura y pH, luego evaluaron los índices de calidad del agua, junto con algunos índices de biodiversidad empleando el índice de Shannon, la dominancia de Simpson, la diversidad de Margalef y Menhinick, colectando 6781 individuos pertenecientes a 3 Phylum, 5 clases, 11 órdenes y 21 familias, en 3 monitoreos, julio, septiembre y noviembre, se evaluación parámetros como, oxígeno disuelto (0.37 – 5.21 mg/L), turbidez (10.1- 135), temperatura (8.2 °C – 16.04°C) y pH (4.16 - 7.81) concluyendo que la calidad del agua del río Teusacá es moderadamente contaminada, con tendencia a altamente contaminada, presentando baja

biodiversidad y alta dominancia en las especies de macroinvertebrados recolectados.

OE2: Respecto, al objetivo específico 2 , análisis de la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua , mencionamos al autor Gil et al., (2019), el cual indica que los parámetros microbiológicos son aquellos microorganismos buenos indicadores de contaminación, los cuales son analizados en las muestras de aguas, lo que nos permitirá verificar si la calidad del agua es buena y si es apto para el consumo del ser humano, por lo tanto en nuestra investigación se tuvo en cuenta a los parámetros de coliformes termotolerantes y el *Escherichia coli*, obteniendo los siguientes resultados : para coliformes termotolerantes indica que existe correlación del índice BMWP coliformes termotolerantes (CT) donde indica que existe correlación alta positiva entre BMWP-CT donde el 86% del CT es influenciada por el BMWP en la calidad acuática del río Cumbaza; con respecto a *Escherichia coli* indica que existe correlación moderada positiva entre BMWP-EC donde el 17% del EC es influenciada por el BMWP; además se indican los resultados de los parámetros microbiológicos para Coliformes Termotolerantes con valor más alto (160 000 NMP/100 ml) y con menos valor (9 200 NMP/100 ml) lo que significa que sobrepasan de acuerdo al ECA para agua DS N° 004-2017-MINAM, categoría categoría 4 “Conservación del ambiente acuático” subcategoría E2: Ríos- Selva, y para EC valor máximo con (92 000 NMP/100 y valor mínimo con 7 900 NMP/100) parámetro que no es considerado en el ECA, de tal manera hacemos referencia al autor Ertas et al., (2022), ya que en su investigación, determinaron la calidad del agua de la quebrada Balaban en el país de Siria, donde compararon el comportamiento de sus índices bióticos y los índices de diversidad, donde determinaron 5 estaciones de monitoreo, para el muestreo de organismos bentónicos se utilizó una red de 50 * 30 cm y una malla de 250 μ m, luego se fijaron en formalina al 4% en campo y posteriormente se transfirieron a alcohol metílico al 70%, evaluando los parámetros microbiológicos como el EC (120 000 NMP/100 ml) y CT con valor máximo de (187 000 NMP/100 ml), además de los parámetros

fisicoquímicos como el pH(7.3), temperatura (28.3 °C), y OD (90 mg/L) datos que se midieron en campo.

De acuerdo al objetivo general, Analizar el uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022 se pudo evidenciar que la diversidad de órdenes y familias de macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Cumbaza en el mes de marzo se recolectaron 123 especies, divididas en 3 puntos, en el punto 1 se encontró 65 especies, de acuerdo al índice BMWP en la parte alta la calidad del agua es buena con más representación a la familia de *Perlidae* lo que representa un total de 17.07 % , en el punto 2 se recolectaron 39 especies indicando que la calidad del agua es regular siendo el más abundante la familia de *Perlidae* y en el punto 3 se encontró 19 especies evidenciando que la calidad del agua es mala con abundancia de la familia de *Corydalidae* y con respecto al mes de abril se evidenció en los 3 puntos de monitoreo el más abundante fue la familia de *Perlidae* (24 %), se puede deducir que se encontró a estas familias porque viven en ríos de agua dulce, además, discutimos que se encontró más cantidad de especies en la parte alta por la existencia de gran parte de vegetación, aún no se encuentran las actividades antropogénicas que puedan afectar la calidad del agua , mientras tanto en la parte media y baja ya existe actividades que intervienen en la mala calidad del agua, por ejemplo las industrias, el sacado de material, arrojado de basura, descargas de residuos, etc. por lo que mencionamos al autor Pérez (2020), evaluó las condiciones de calidad del agua de las playas Tuta y Toca en Boyacá-Colombia, utilizando macroinvertebrados, para la recolección de las muestras utilizaron una red Surber fijada en 9 puntos, la evaluación se realizó en los meses de junio a agosto, de los cuales se colectaron 979 insectos pertenecientes a 15 familias, se obtuvo los siguientes resultados, para *Diptera* 57.30%, *Hemiptera* 25.02%, *Odonata* 4.29%, *Perlidae* 13.38%, por lo tanto que la calidad del agua de acuerdo a los estudios indican que están contaminados por la baja diversidad de macroinvertebrados y en cuanto a la calidad del agua del río Cumbaza según los índices se obtuvieron valores lo que respecta a Shannon- Wiener (2.223) en la parte alta lo que indica que la calidad del agua es buena, índice de Simpson (0.083) indica que existe alta diversidad de bentónicos por lo tanto es un indicio de buena calidad del agua en la parte alta, seguidamente tenemos a Margalef con baja diversidad

de macroinvertebrados en ambas estaciones y finalmente tenemos a Pielou con significancia de baja diversidad en las 3 estaciones de muestreo, resultados parecidos muestran Méndez et al., (2021), donde determinaron la diversidad de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad ambiental del agua del río Yuquipa en Ecuador, establecieron tres estaciones de monitoreo, en noviembre, diciembre 2020 y enero 2021, colectaron y estudiaron macroinvertebrados para determinar la diversidad de especies emplearon el índice de Shannon, también utilizaron el índice biótico familiar para conocer la calidad del agua, ya que atribuye diferentes valores de tolerancia y considera el valor taxonómico, se registraron 908 macroinvertebrados distribuidos en 9 órdenes y 19 familias, donde el punto PY-3 presentó la mayor riqueza con un valor de 18, mientras que los puntos PY-1 y PY-2 presentan riqueza baja de acuerdo a los índices de Shannon y Simpson, debido a que en esta zona ya existen actividades y contaminación que afecta a los macroinvertebrados que son muy sensibles a estos cambios, por lo que concluye que la calidad del agua no se vio afectada por las diferentes actividades que se realizan, similares resultados encontró Murillo et al., (2018), quienes evaluaron la diversidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua de la quebrada Santo Tomás en el municipio de Pensilvania, recolectaron muestras de macroinvertebrados entre junio y agosto en diferentes hábitats como hojarasca sumergida, sedimentos finos y rocas, para lo cual utilizaron una red Surber, registrando 2175 individuos pertenecientes a 97 grupos taxonómicos; donde los órdenes más abundantes fueron *Trichoptera* y *Ephemeroptera* (54%), no encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) en cuanto a diversidad entre los lugares estudiados, por lo que concluye que las aguas de este nacimiento son limpias.

VI. CONCLUSIÓN

OE1: Mediante los análisis de la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua se demostró que existe una correlación entre la demanda bioquímica de oxígeno y el índice BMWP , donde el 84% de la demanda biológica de oxígeno es influenciada por el BMWP.

OE2: Mediante los análisis de relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los parámetros microbiológicos de la calidad del agua , se demostró, mediante la correlación de Pearson se obtuvieron datos positivos en cual evidenciamos la correlación del índice BMWP y el parámetro microbiológico coliformes totales (CT) donde indica que existe correlación alta positiva entre BMWP-CT lo que es influenciada por el BMWP en la calidad acuática del río Cumbaza.

OG: Se colectó e identificó especies en el mes de marzo, divididas en 3 puntos, en el punto 1 (parte alta) se encontró mayor diversidad de especies con más representación a la familia de *Perlidae* especie sensible a cambios que alteran la calidad de agua , en el punto 2 (parte media) el número de especies disminuye, la más abundante fue *Perlidae* cuya presencia indica que las condiciones del río cumbaza no están muy deterioradas y en el punto 3 (parte baja)se encontró mayor abundancia de la familia de *Corydalidae*,pero poco números de individuos, lo que indica que el agua no tiene condiciones ambientales optimas y en abril se evidencio en el punto 1(parte alta) mayor número de especies, en el punto 2(parte media) menor cantidad de especies y en el punto 3 (parte baja) menor aun, lo que representa las condiciones del agua del río Cumbaza, donde en P1 es aceptable, P2 dudosa y P3 crítica

VII. RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores, ampliar el estudio para la evaluación de macroinvertebrados bentónicos acuáticos como indicadores biológicos en diferentes ríos de nuestro país, ya que este método es una forma fácil, ambientalmente sostenible y económica de determinar las condiciones de calidad ambiental de nuestros cuerpos de aguas superficiales y poder determinar el uso adecuado que se les puede dar, teniendo en cuenta los estándares de calidad del agua en sus diferentes categorías.

A los gobiernos en sus tres niveles nacional, regional y local debe llevar a cabo evaluaciones y control de monitoreo de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las fuentes de agua de su área de influencia, ya que estas muchas veces son destinadas para el uso recreacional y para consumo humano, eso permitiera tener una data de la variabilidad estacional o las ocasionadas por las actividades antropogénicas y constituir una base confiable para tomar como referencia en otras investigaciones futuras.

Al tener en cuenta el grado de importancia que tiene la microcuenca del río Cumbaza en la provincia de Lamas y San Martín, es necesario crear programas de sensibilización y educación ambiental para su cuidado, preservación y sostenibilidad, esto visto desde la perspectiva actual que tiene la provincia respecto al creciente aumento de la población que hace que se ubiquen en zonas de faja marginal poniendo en riesgo sus condiciones ambientales, disponibilidad y calidad del río.

REFERENCIAS

- AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION, AMERICAN PSYCHOLOGICAL ASSOCIATION & NATIONAL COUNCIL ON MEASUREMENT IN EDUCATION. (2018). Estándares para pruebas educativas y psicológicas (M. Lieve, Trans.). American Educational Research Association. Original work published
- AHMAND, Zahoor et al. Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality in freshwater bodies. [En Línea] Taylor & Francis, 2020. [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2022].
- ALLAH, Abd et al. Spatial distribution of marine invertebrates as bioindicator of water quality at intertidal zone of sandy shore hábitat [En Línea] Life Science Journal 2018;15(1) [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2022] Disponible en: doi:10.7537/marslsj150118.09.
- ARISPE, C. M., Yangali, J. S., Guerrero, M. A., Rivera, O., Acuña, L. A. & Arellano, C. (2020), La investigación científica: Una aproximación para los estudios de post grado. ISBN: 978-9942-38-578-9.
- BANAGAR, Gholamreza et al. Monitoring and assessment of water quality in the Haraz River of Iran, using benthic macroinvertebrates índices [En Línea] Biologia volume 73, pages965–975 (2018) [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0107-5>
- BAALLOUDJ, A., De los Ríos, P. R. and Esse, C. (2022), Benthic community ecology for Algerian river Seybouse <https://doi.org/10.1590/1519--6984.251566>.
- BAE, M.-J.; HONG, J.-K.; KIM, E.-J. Evaluación de los Impactos de Áreas Mineras Abandonadas: Un Estudio de Caso con Ensamblajes de Macroinvertebrados Bentónicos. En t. J. Medio Ambiente. Res. Salud pública 2021,18, 11132. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111132>
- BUENAÑO, M., Vásquez, C., Zurita, H., Parra, G. & Pérez, R. (2018), Benthic macroinvertebrates as indicators of water quality in the Pachanlica basin, Tungurahua Province – Ecuador. <https://doi.org/10.21676/23897864.2405>
- CAMPO, Yaneth Meneses; REBOLLEDO, Maria Isabel Castro; LONDOÑO, Angelica Maria Jaramillo. Comparison of Water Quality Between Two Andean Rivers by Using the BMWP/COL. and ABI. Indices. Acta Biológica Colombiana, 2019, vol. 24, no 2.

- CARMO, Jenniffer Unfer do. Uma revisão crítica sobre os métodos analíticos para a determinação da demanda química de oxigênio (DQO). 2021.
- CARTER, J. L, Resh, V. H. & Hannaford, M. J. (2017), Macroinvertebrates as biotic indicators of environmental quality. In: Lamberti GA, Hauer FR, eds. *Methods in stream ecology*. London, United Kingdom: Academic Press, 293–318
- Comité de Gestión de la Microcuenca del Cumbaza (2021), Micro cuenca del rio Cumbaza. Recuperado de <http://comitecumbaza.org/cumbaza/>. 29-12-2021.
- COSTA, Cássia Monteiro da Silva Burigato, et al. (2022). Analysis of indicators of surface water pollution in Atlantic Forest preservation areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2022, vol. 194, no 3, p. 1-26.
- Comisión Europea. CU. (2021), La directiva marco del agua de la Unión Europea, recuperado el 07 de enero del año 2022 de: <https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/wfd/es.pdf>
- CUSICHE PEREZ, Leoncio Filiberto y MIRANDA ZAMBRANO, Gloria Amparo. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional 'Lago Junín', Perú. *Rev. Mex. Cienc. Agríc* [online]. Perú: vol.10, n.6 [citado 2022-03-21], pp.1433-1447. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342019000601433&lng=es&nrm=iso>. Epub 02-Oct-2020. ISSN 2007-0934. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i6.1870>.
- CUSTODIO VILLANUEVA, Maria y CHANAMÉ ZAPATA, Fernán Cosme, (2016). Analysis of benthic macroinvertebrates biodiversity of Cunas River by means of environmental indicators. *Scientia Agropecuaria*. [online]. Perú: vol. 7, nº 1, pp 33-44 [consultado: 31 de mayo 2022]. Disponible en: DOI: 10.17268/sci.agropecu.2016.01.04
- CHAGAS, F. B., Rutkoshi, C. F., Bieniek. G. B., Leal, G., Hartmann, P.A. and Hartmann, M. T. (2017), Utilização da estrutura de comunidades de macroinvertebrados bentônicos como indicador de qualidade da água em rios no sul do Brasil. *Revista Ambiente e Água*. v. 12, n. 3, p. 416- 425. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2015>
- CHÁVEZ, Jorge Alberto Villena. Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 2018, vol. 35, p. 304-308.

- CHI, Jianyu, et al. Water quality mediated community variations and niche differentiation of macroinvertebrates in Qingyijiang River Basin, China. *Ecological Indicators*, 2022, vol. 138, p. 108830.
- DE QUEIROZ, M. E. F., Schaffer, A. L., Villela, A. C. A. S., Martins, E., Martins, D. E. & Da Silva, P. H. T. (2018), Utilização de macroinvertebrados bentônicos como bioindicadores em córrego urbano de Conceição do Araguaia-PA <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v9n3.2018.18378>
- DÍAZ CHÁVEZ, L., ESPINOSA ROMERO, A. P. y MOLINA BOLÍVAR, G. (2020). Salud ambiental del río Ranchería a través de macroinvertebrados acuáticos en el área de influencia del complejo carbonífero El Cerrejón. *Tecnura*, 24(65) 49-63. DOI: 10.14483/22487638.15773
- DURAN-Lara, Esteban F.; Valderrama, Aly; Marican, Adolfo. Natural organic compounds for application in organic farming. *Agriculture*, 2020, vol. 10, no 2, p. 41.
- DUQUE, Guillermo, et al. Influence of water quality on the macroinvertebrate community in a tropical estuary (Buenaventura Bay). *Integrated environmental assessment and management*, 2022, vol. 18, no 3, p. 796-812. DOI: 10.1002/ieam.4521
- ERTAŞ, A., Yorulmaz, B. (2021). Assessing water quality in the Kelebek Stream branch (Gediz River Basin, West Antolia of Turkey) using physicochemical and macroinvertebrate-based indices. *Aquatic Research*, 4(3), 260-278. <https://doi.org/10.3153/AR21020>
- ERTAS, A., Yorulmaz, B. y Sukatar, A. (2022), Comparative análisis of biotic índices for assessment of water quality of Balaban stream in west Anatolia, Turkey <https://doi.org/10.1007/s11756-021-00992-7>
- ERTAŞ, Alperen, et al. Evaluation of the water quality of Karabal Stream (Gediz River, Turkey) and comparative performance of the used indices. *Acta Aquatica Turcica*, 2021, vol. 17, no 3, p. 334-349.
- FERNÁNDEZ, R., VINCENZO, S. AND SMITH, G. (2018), Evaluación de los hifomicetos acuáticos como bioindicadores de calidad ambiental en el río Chirgua (Bejuma – Venezuela) <https://doi.org/10.15446/ga.v23n1.83792>.
- FERNÁNDEZ, Sara et al. Evaluating freshwater macroinvertebrates from eDNA metabarcoding: A river Nalón case study [En Línea] Nalón case study. *PLoS*

- ONE 13(8): e0201741 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201841>
- FIERRO, Pablo et al. A benthic macroinvertebrate multimetric index for Chilean Mediterranean streams [En Línea] *Ecological Indicators* Volume 91, August 2018, Pages 13-23 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.074>
- GIL, Miriam Janet, et al. Contaminantes emergentes en aguas, efectos y posibles tratamientos. *Producción+ limpia*, 2018, vol. 7, no 2, p. 52-73.
- GONZÁLEZ Rojas, Edwin Humberto. Concepto y estrategias de biorremediación. 2021.
- GONCHAROV, A et al. Ecological assessment of the Selenga River basin, the main tributary of Lake Baikal, using aquatic macroinvertebrate communities as bioindicators [en línea]. *Journal of Great Lakes Research* Volume 46, Issue 1, February 2020, Pages 53-61 [Fecha de consulta: 15 de marzo de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2019.11.005>
- HANSON, Pablo; Springer, Monika y RAMÍREZ, Alonso. Capítulo 1: Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos. *Rev. biol. tropa* [en línea]. 2018, vol.58, suplemento 4, pp.3-37. ISSN 0034-7744.
- HERNÁNDEZ, C. E. (2019); Metodología de la investigación Introducción a los tipos de muestreo. *Revista científica del instituto nacional de salud. ALERTA*
- HERRERA, I. J. & Burneo, P. C. (2019), Environmental flow assessment in Andean rivers of Ecuador: case study: Chanlud and El Labrado dams in the Machángara river ISSN: 1642-3593
- HERRERA MARTINEZ, Jesús Ramón, (2022). Determinación de los índices BMWP/COL, (QBR), (IHF) e ICO en Valledupar, Colombia. *Revista politécnica*: vol 18, nº 35, pp. 110-127. ISSN: 2256-5353. Disponible en: DOI: <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v18n35a8>
- HENRY A. M. (2018), «El uso de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua» *Revista Biocenosis*. Antioquía Colombia.
- IMSENG, M., Wiggerhauser, M., Müller, M., Keller, A., Frossard, E., Wilcke, W., & Bigalke, M. (2019). The Fate of Zn in Agricultural Soils: A Stable Isotope Approach to Anthropogenic Impact, Soil Formation, and Soil-Plant Cycling.

- Environmental Science and Technology, 53(8), 4140–4149.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.8b03675>
- KOHLMANN, Bert, et al. Taxonomic and Functional Diversity of Aquatic Macroinvertebrate Assemblages and Water Quality in Rivers of the Dry Tropics of Costa Rica. *Frontiers in Environmental Science*, 2021, p. 309.
- KUSTOV, M., et al. Procedure for implementation of the method of artificial deposition of radioactive substances from the atmosphere. *Ядерна та радіаційна безпека*, 2019, no 3 (83), p. 13-25.
- LEIVA M. (2014). “Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de calidad de agua en la Cuenca del Estero Peu Peu Comuna de Lautaro IX región de la Araucanía”. Universidad Católica de Temuco, Facultad de ciencias. Temuco. 111p
- LIMA, B. P., Mamede, G. L., Neto, I. E. L. (2018). Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. *Eng. sanit. ambient*, v. 23, n. 1, p. 125-135.
- LI, L., ZHANG, Y., Ippolito, J. A., Xing, W., Qiu, K., & Yang, H. (2020). Lead smelting effects heavy metal concentrations in soils, wheat, and potentially humans. *Environmental Pollution*, 257, 113641.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113641>
- LIU, L., Li, W., Song, W., & Guo, M. (2018). Remediation techniques for heavy metal-contaminated soils: Principles and applicability. *Science of the Total Environment*, 633, 206–219. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.161>
- LÓPEZ, S., HUERTAS, D., JARAMILLO, A. M., CALDERÓN, D. S. and DÍAZ, J. L. (2019). Aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality of the Teusaca river (Cundinamarca – Colombia). <https://www.proquest.com/scholarly-journals/macroinvertebrados-acuáticos-como-indicadores-de/docview/2287429208/se> 2.
<https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281>
- MACHADO, Verónica; GRANDA, Roberto y ENDARA, Alexandra. (2018). Análisis de macro invertebrados bentónicos e índices biológicos para evaluar la calidad del agua del Río Sardinas, Chocó Andino Ecuatoriano. *Enfoque UTE [online] Ecuador: vol.9, n.4 [citado 2022-03-18], pp.154-167. ISSN 1390-6542* Disponible en: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v9n4.369>.

- MAZON, Jordi; PINO, David. Meteodiversidad: un nuevo concepto para la cuantificación de la diversidad meteorológica. *Revista Tiempo y Clima*, 2018, vol. 5, no 61. Disponible en: web.org/index.php/TyC/article/view/1666
- MEJÍA CLARA, Mario René (2018). “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón”. San Jerónimo. Honduras. CATIE
- MÉNDEZ, P., Álvarez, B., JARAMILLO, N. and JAPA, J. (2021), Space temporary diversity of macroinvertebrates as bioindicators of the water quality at Yuquipa river. Disponible en: DOI:10.47187/perf.v1i25.108.
- MEZGEBU, A.; LAKEW, A.; LEMMA, B. Water quality assessment using benthic macroinvertebrates as bioindicators in streams and rivers around Sebeta, Ethiopia. *African Journal of Aquatic Science*, 2019, vol. 44, no 4, p. 361-367.
- MINANO, Pablo; Olaya, Michela y Huamantínco, Ana A. Clave taxonómica de ninfas de Ephemeroptera (Insecta) del sudeste de Perú. *Rev. peru biol.* [online]. 2019, vol.26, n.4 [citado 2022-03-07], pp.411-428. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332019000400002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1727-9933. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i4.17213>.
- MINAM. (2019). R.M. N° 221-2019-MINAM - Declaran en emergencia la gestión y manejo de residuos sólidos en los distritos de Huanchaco, El Porvenir, Salaverry, La Esperanza, Victor Larco, Moche, Laredo, Florencia de Mora y Trujillo, de la provincia de Trujillo. *El peruano*, 3-4. <http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/812020/08-01-2020.pdf>
- MONTOYA, Y. & AGUIRRE, N. (2009), Estado del arte de la limnología de lagos de planos inundables (Ciénagas) en Colombia. *Revista Gestión y Ambiente* 12(3): 85-106
- MOTTA, A. J., LONGO, M. & ARANGUREN, N. (2017), Temporal variation of taxonomic diversity and functional traits of aquatic macroinvertebrates in temporary rivers on Old Providence Island, Colombia. <https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v39n107a10>.

- MORALES, J., NEGRO, A. I. & LIZANA, M. (2017), Assessment diversity non-arthropod freshwater invertebrates and habitat selection in oligotrophic and poorly mineralized ecosystems of the natura 2000 network (NW Spain). ISSN 2340-0021
- MORENO OSUNA, F., SOTO ROBLES, C. A., RODRÍGUEZ MEZA, G. D., Rodríguez-Apodaca, J. R., Nava-Pérez, E., Valenzuela-Quiñonez, W., & Lugo-Medina, E. (2021). Acumulación de metales pesados en plantas desarrolladas en el Norte de Sinaloa para propósitos de fitorremediación. *Latin American Journal of Applied Engineering*, 6(1), 1–8. <http://lajae.uabc.mx/index.php/journal/article/view/116>
- MORA TISNADO, Gustavo, et al. (2020), Water quality according to benthic macroinvertebrates and physical chemical parameters in the Huacamarcanga river. *Revista de investigación científica REBIOL*, VOL 1, Nº 40, PP. 85-98. ISSN: 2313-3171. Disponible en: DOI <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2020.40.01.10>
- MURILLO, S. A., MENDOZA, A., RESTREPO, E. S. & RODRÍGUEZ, M. A. (2018), Utilización de macroinvertebrados acuáticos como herramienta para determinar la calidad del agua en la quebrada Santo Tomás, municipio de Pensilvania, Colombia. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.655>.
- MURUGESAN, M.; THILAGAMANI, S. Efficient anomaly detection in surveillance videos based on multi-layer perception recurrent neural network. *Microprocessors and Microsystems*, 2020, vol. 79, p. 103303.
- NASCIMENTO, Leles et al. Assessment of ecological water quality along a rural to urban land use gradient using benthic macroinvertebrate-based indexes / Avaliação da qualidade ecológica da água ao longo de um gradiente rural-urbano utilizando índices baseados em macroinvertebrados bentônicos [En Línea] *Biosci. j. (Online)*; 34(1): 194-209, jan./feb. 2018 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022]
- NKWOJI, J. et al. Impacts of land-based pollutants on water chemistry and benthic macroinvertebrates community in a coastal lagoon, Lagos, Nigeria [En línea] *Scientific African* Volume 7, March 2020, e00220 [Fecha de consulta: 18 de abril del 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e00220>

- NG, Kok Siew; Yang, Aidong; Yakovleva, Natalia. Sustainable waste management through synergistic utilisation of commercial and domestic organic waste for efficient resource recovery and valorisation in the UK. *Journal of Cleaner Production*, 2019, vol. 227, p. 248-262.
- OCHOA, J. & Yunkor, Y. (2020); The descriptive study in scientific research.
- ODABASI, Deniz Anit, et al. (2022). Development of a macroinvertebrate based multimetric index for biological assessment of streams in the Sakarya river basin, Turkey. *ReserachGate*. DOI: 10.1007/s11756-022-01041-7
- ÖZBEK, MURAT, et al. (2019). Assessing the trophic level of a Mediterranean Stream (Nif Stream, İzmir) using benthic macro-invertebrates and environmental variables. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 19, no 3. Disponible en: http://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_3_01
- PATANG, Pablo et al. Benthic Macroinvertebrates Diversity as Bioindicator of Water Quality of Some Rivers in East Kalimantan, Indonesia [En Línea] *International Journal of Ecology* 2018 [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/5129421>
- PASCUAL, Gissela; IANNACONE, José y ALVARINO, Lorena. (2019). Macro invertebrados bentónicos y ensayos toxicológicos para evaluar la calidad del agua y del sedimento del río Rímac, Lima, Perú. *Rev. investig. vet. Perú* [online]. 2019, vol.30, n.4 [citado 2022-03-18], pp.1421-1442. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S16099117201900400005&lng=es&nrm=iso. ISSN 1609-9117.
<http://dx.doi.org/10.15381/rivep.v30i4.17164>.
- PETERSON, W. R. *Nomenclatura de las sustancias químicas*. Reverté, 2020
- PÉREZ, Johan Hernán et al. (2020). Macroinvertebrados bioindicadores de calidad de agua en sistemas hídricos artificiales del Departamento de Boyacá, Colombia. *Rev. P+L* [en línea]. vol.15, n.1 [citado el 24-02-2022], pp.35-48. Disponible en:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552020000100035&lng=en&nrm=iso. Epub 18 de noviembre de 2020. ISSN 1909-0455. <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a3>.

- QUINTERO, A. (2018); Definiciones de ética y moral según varios autores. Documentos de Investigación.
- QUISHPI, A. R., Pérez, P. N., Rodríguez, M. V. and Santillán, G. P. (2018), Benthic macroinvertebrates as bioindicators of water quality of a high Andean Ecuadorian fluvial systems. <http://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/>
- RAMÍREZ, Y. P., GIRALDO, L. P., ZÚÑIGA, M. D. C., RAMOS, B. C. & CHARÁ, J. (2018), Influencia de la ganadería en los macroinvertebrados acuáticos en microcuencas de los Andes centrales de Colombia. *Revista de Biología Tropical* 66(3):1244–1257. <https://doi.org/10.15517/RBT.V66I3.30316>
- RICO SÁNCHEZ, A. E., RODRÍGUEZ ROMERO, A. J., SEDEÑO DÍAZ, J. E. et al. 2022. Aquatic macroinvertebrate assemblages in rivers influenced by mining activities. *Sci Rep* 12, 3209. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-06869-2>
- RODRÍGUEZ, A., ROLDÁN, J. & BOPP, G. M. (2021), Macroinvertebrates bentons biological quality indicators of the water of high-altitude Andean lagoons, La Libertad-Perú. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol>
- ROLDÁN, G. (2003). La bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Ciencia y tecnología. Editorial Universidad de Antioquia, Medellín. Colombia. ISSN: 958-655-081-8 (libro completo).
- SAMPIERI, R. H. & Mendoza, C. P. (2018), Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw Hill – México.
- SAAL, Imane, et al. (2021). Evaluation of the surface water quality in the Kebir-Rhumel catchment area (northeast Algeria) using biotic indices and physico-chemical analyses. *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no 34, p. 46565-46579. DOI: 10.1007/s11356-020-10598-2
- SINGH, Arshdeep, et al. Nutrient use efficiency concept and interventions for improving nitrogen use efficiency. *Plant Arch*, 2018, vol. 18, no 1, p. 1015-1023.
- SINGH, Sushma et al. Monitoring of benthic macro invertebrates as bio indicator for assessing the health of the high altitude wetland Dodi Tal, Garhwal Himalaya, India [En Línea] *Biodiversity international journal*, 2020 [Fecha de consulta: 15 de febrero de 2022] Disponible en: DOI: 10.15406/bij.2020.04.00180
- SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN, ACREDITACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CALIDAD EDUCATIVA, SINEACE (2020); Guía de técnicas e

instrumentos de recojo de información para evaluadores externos. Lima – Perú

- SOEDARMANTO, H y SETIAWATI, E. Bioassessment of river water pollution using benthic macroinvertebrates as bioindicators [En Línea] Proceeding ICSTSI 2020: 59 – 68 ISBN: 978-602-53575-1-0 [Fecha de consulta: 15 de enero de 2022]
- SUN, Ye et al. Freshwater spring indicator taxa of benthic invertebrates [En Línea] Ecohydrology & Hydrobiology Volume 20, Issue 4, October 2020, Pages 622-631 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2019.02.003>
- SUDTA, Hatairat et al. Spatial and Temporal Variability in Water Quality, Sediment, and Benthic Macroinvertebrates in the Mae Klong River, Thailand [En Línea] Journal of Fisheries and environment, 2021 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022]
- SCOTTI, Alberto et al. Stream benthic macroinvertebrates abundances over a 6-year monitoring period of an Italian glacier-fed stream [En Línea] Biodivers Data J. 2019; 7: e33576 [Fecha de consulta: 15 de Enero de 2022] Disponible en: doi: 10.3897/BDJ.7.e33576
- TAPIA, Liliana et al. (2018). Invertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad de agua en lagunas Altoandinas del Perú. Ecol. apl. [online]. Perú, vol.17, n.2 [citado 2022-02-24], pp.149-163. ISSN 1726-2216. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v17i2.1235>.
- TERNEUS, E. & YÁÑEZ, P. (2018), main principles on water quality, the use of aquatic bioindicators and fluvial ecological restoration in Ecuador. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.03>
- TOLEDO Díaz De León, N. (2018); Población y muestra. Técnicas de Investigaciones cualitativas y cuantitativas Material didáctico. Universidad Autónoma del Estado de México.
- TOR, Eriksen et al. A global perspective on the application of riverine macroinvertebrates as biological indicators in Africa, South-Central America, Mexico and Southern Asia [En Línea] Ecological Indicators Volume 126, July 2021, 107609 [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022] Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107609>

- The Environment Management (2022), Assuring nature`s harmony: red surber de 500 micras. Recuperado de <https://tem.com.pe/shop/continental-benthos-tem/red-surber-de-500-%C2%B5m/>
- VALLADARES, Y., OSORTO, A., LANZA, A., VALLADARES, N. y MARTÍNEZ, D. (2021), Uso y calidad del agua de la quebrada El Horno aplicando el índice holandés y macroinvertebrados. <https://doi.org/10.5377/innovare.v10i1.11405>
- VAUGHAN, Ian P.; GOTELLI, Nicholas J. Water quality improvements offset the climatic debt for stream macroinvertebrates over twenty years. *Nature communications*, 2019, vol. 10, no 1, p. 1-8.
- YANG, Q., Li, Z., Lu, X., Duan, Q., Huang, L., & Bi, J. (2018). A review of soil heavy metal pollution from industrial and agricultural regions in China: Pollution and risk assessment. *Science of the Total Environment*, 642, 690–700. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.068>
- YORULMAZ, Bülent; ERTAŞ, Alperen. (2021). Water quality assessment of Selendi Stream and comparative performance of the indices based on benthic macroinvertebrates and physicochemical parameters. *Biologia*, vol. 76, no 9, p. 2599-2607.
- WANG, L., Ji, B., Hu, Y., Liu, R., Sun, W., 2018. Una revisión sobre la fitorremediación in situ de desechos de la minería. *Chemosphere* 184, 594–600. <https://doi.org/10.1016/j.quimiosfera.2017.06.025>
- WANG, Zhaoyin; DITTRICH, A. A study on problems in suspended sediment transportation. En *Hydraulic and Environmental Modelling: Estuarine and River Waters*. Gower, 2019. p. 467-478.
- ZURDO, D. (2017), El Sistema GPS y sus competidores. Autores científicos, técnicos y académicos. Lima – Perú.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia.

Título: Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
<p>Problema general: PG:</p> <p>¿Cómo se usa los Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE1: ¿Cómo se relacionan los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua?</p> <p>PE2: ¿Cómo se relacionan los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>OG: Analizar el uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>OE1: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.</p> <p>OE2: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua</p>	<p>HG: El uso de los Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática es significativo en el Río Cumbaza, San Martín 2022.</p> <p>H1: Los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad se relacionan significativamente con los Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.</p> <p>H2: Analizar la relación que existe entre los Macroinvertebrados bentónicos clasificados en Familias y órdenes expresados mediante los Índices de medición de la biodiversidad se relacionan significativamente con los Parámetros microbiológicos de la calidad del agua.</p>	<p>Técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> -Observación directa -Descripción <p>Instrumento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ficha de data de campo -Cadena de custodia
<p>Diseño de investigación</p>	<p>Población y muestra</p>	<p>Variables y dimensiones</p>	

Diseño: No Experimental longitudinal Tipo Descriptiva de enfoque cuantitativo	Población -Macroinvertebrados colectados. Muestra - 5.55 Lt de agua - Rio cumbaza		
		Variables	Dimensiones
		Independiente: Macroinvertebrados bentónicos	Familias y ordenes
			Shannon-Wiener
			Índice de Simpson
			Índice de Margalef
Dependiente: Calidad del agua	Equidad de Pielou		
	Parámetros fisicoquímicos		
	Parámetros microbiológicos		

Fuente: *Elaboración propia de las investigadoras, 2022.*

Anexo 2: Instrumentos de recolección de datos

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Andi Lozano Chung

Nosotros, Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez identificados con DNI N.º 75490383, 77030687, alumnas de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingeniería y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

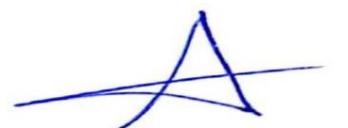
A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 15 de junio del 2022.

Jhoany Mishel apagüeño cordova
DNI: 75490383

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jhoany Mishel", written over a horizontal line.

Ruth Gabriela Cachay Nuñez
DNI: 77030687

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ruth Gabriela", written over a horizontal line.

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Dr. Juan Luis Ruíz Aguilar

Nosotros, Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez identificados con DNI N.º 75490383, 77030687, alumnas de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

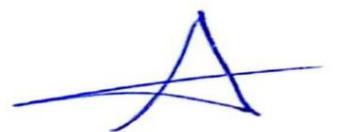
A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 15 de junio del 2022.

Jhoany Mishel apagüeño cordova
DNI: 75490383



Ruth Gabriela Cachay Nuñez
DNI: 77030687



SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de información.

Blga. Luz Margarita Colichon Carranza

Nosotros, Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez identificados con DNI N.º 75490383, 77030687, alumnas de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de Ingenierías y Arquitectura de la escuela de Ingeniería Ambiental, nos presentamos ante usted con debido respeto y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que venimos elaborando, titulada: "Uso de Macroinvertebrados Bentónicos como Bioindicadores de la Calidad Acuática, Río Cumbaza, San Martín 2022", solicitamos a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

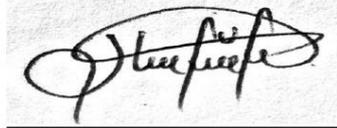
- Cadena de custodia.
- Fichas de campo.

Por tanto:

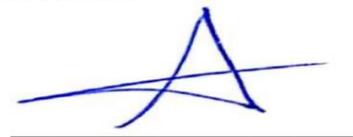
A usted, rogamos acceder nuestra petición.

Tarapoto, 15 de junio del 2022.

Jhoany Mishel apagüeño cordova
DNI: 75490383



Ruth Gabriela Cachay Nuñez
DNI: 77030687



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N°1
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung, Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
- 1.5. Autores de Instrumento: Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022



Dr. Andi Lozano Chung
INGENIERO AMBIENTAL
CV 198414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 2

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ruiz Aguilar, Juan Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo- Filial Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
- 1.5. Autores de Instrumento: Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

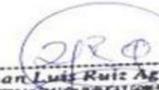
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022


 Juan Luis Ruiz Aguilar
 DOCENTE EN TERCERA CATEGORÍA DE PROFESORES ASISTENTES

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 3

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Red de Salud del Dorado
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Cadena de Custodia
- 1.5. Autores de Instrumento: Jhoany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022


 LUZ MARGARITA
 COLICHON CARRANZA
 CBP. 10385

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 4

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lozano Chung, Andi
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Nacional de San Martín Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Jhoany Mishel apagüño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022



Dr. ANDI LOZANO CHUNG
 INGENIERO AMBIENTAL
 C.V. 159414

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 5

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ruiz Aguilar, Juan Luis
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo- Filial Tarapoto
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Joaany Mishel apagtieño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

VII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022


 Juan Luis Ruiz Aguilar
 DOCENTE DE INSTITUCIÓN PÚBLICA Y GOBIERNO LOCAL

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO N° 6

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Blga. Colichon Carranza, Luz Margarita
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Red de Salud del Dorado
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de Campo
- 1.5. Autores de Instrumento: Joany Mishel apagüeño cordova y Ruth Gabriela Cachay Nuñez.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95

Tarapoto, 15 de junio del 2022

Luz Margarita
 LUZ MARGARITA
 COLICHON CARRANZA
 CBP. 10385

Anexo 3: Instrumentos de recolección de datos

Cadena de Custodia

		CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA										L: F0PE142 R: 01 V: 2009/06/02													
Datos del cliente												Orden de servicio: _____ Pág. ____ de ____													
Razón Social: _____ Persona de contacto: _____ Como / _____ Teléfono: Nombre del proyecto: _____												Plan de Monitoreo: _____ Informe de ensayo: _____ Procedencia o lugar de muestreo: _____													
Preservante																									
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA												PARAMETROS DE ENSAYO										PARAMETRO IN SITU		OBSERVACIONES	
Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación		N° Frascos		T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (µs/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)										
			Grupo	Sub-grupo	Coordenadas (UTM)		V	P				Salinidad (ppt)													
1			F:		N:																				
			H:		E:																				
2			F:		N:																				
			H:		E:																				
3			F:		N:																				
			H:		E:																				
4			F:		N:																				
			H:		E:																				
5			F:		N:																				
			H:		E:																				
6			F:		N:																				
			H:		E:																				
7			F:		N:																				
			H:		E:																				
8			F:		N:																				
			H:		E:																				

Descripción de equipos utilizados:			Leyenda				Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042	
Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo	F: Fecha	N: Noche	V: Vidrio	T° Mtra: temperatura de Muestra	CE: Conductividad Eléctrica	
1			H: Hora	E: Este	P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente	OD: Oxígeno Disuelto	
2			Muestreador por:		Cliente:		Recepción de muestra:	
3			Nombre:					
4			Fecha:					
Observaciones / Comentarios			Firma:					
							Muestreador por: ALAB Cliente: _____	

Promoción Zonilla 1420113 Asociación Daniel Alcides Carrión, Selecciona, Callao, Lima
 Web site: www.alab.com.pe E-mail: grupo.comercial@alab.com.pe - RUC: 206951871 - T1: (01)451383 - (01)130636 Cel: 94598588 - 93264646

Documento controlado. Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de ALAB.







CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

Orden de servicio: OS - 2022 - 0880

Plan de Monitoreo: 2185

Informe de ensayo: 3076

Precedencia o lugar de muestreo: Ortopista de No. 0185

Orden de servicio: OS - 2022 - 0880

Plan de Monitoreo: 2185

Informe de ensayo: 3076

Precedencia o lugar de muestreo: Ortopista de No. 0185

Persona de contacto: D. Andri Lozano Ching

Correo / Teléfono: andri.lozanching@gmail.com / 98396010

Nombre del proyecto: Recreomonitorios de bioindicadores de Calidad del agua del río Cumbaza, San Martín 2022

Provincia: Huesca

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	Nº Frascos		PARAMETROS IN SITU						OBSERVACIONES		
			Muestreo	Clasificación		V	P	Tª Agua (°C)	pH (unidades pH)	CE (µm/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)			
1	AS-01	0967	F: 08/03/22 H: 15:00 PM	Sup. Fluvial	N: 9293942 E: 0342294	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
2	AS-02	0993	F: 08/03/22 H: 15:30 PM	Sup. Fluvial	N: 9286650 E: 0343159	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
3	AS-03	0969	F: 08/03/22 H: 16:00 PM	Sup. Fluvial	N: 9281853 E: 0346366	5	5	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
4			F: H:		N: E:											
5			F: H:		N: E:											
6			F: H:		N: E:											
7			F: H:		N: E:											
8			F: H:		N: E:											

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Legenda

F: Fecha N: Nube V: Vidrio Tª Agua: Temperatura de Muestra
H: Hora E: Este P: Plástico Tª Amb: Temperatura ambiente

Muestreado por: Gabriela Cochey Cliente: ALAB

Nombre: Gabriela Cochey Fecha: 04 MAR 2022
Firma: [Firma] Hora: 12:46 Lugar: CALLAO

CE: Conductividad eléctrica OD: Oligoanalizador

Recepción de muestra: [Firma]

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB GRUPO
AN: Agua NATURAL	BIOTERRESTRE (Marino - Terrestre)
AI: Agua Residual	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AO: Agua para Uso y Consumo	PERSONA Y TAZONA ARTIFICIAL
AS: Agua Salada	AGUA RESIDUAL (SANEAMIENTO)
AP: Agua de Proceso	AGUA RESIDUAL (INDUSTRIAL)
	AGUA RESIDUAL (AGRICULTURA)
	AGUA RESIDUAL (MINERÍA)
	AGUA RESIDUAL (PETROLIO)
	AGUA RESIDUAL (SANEAMIENTO)
	AGUA RESIDUAL (INDUSTRIAL)
	AGUA RESIDUAL (AGRICULTURA)
	AGUA RESIDUAL (MINERÍA)
	AGUA RESIDUAL (PETROLIO)

Muestreado por: ALAB Cliente



CADENA DE CUSTODIA - MATRIZ AGUA

L: E096142
R: 01
V: 2020-04-13

1559

Datos del cliente

Razón Social: **Lozano Consultores S.A.C**
Persona de contacto: **D. Andri Lozano Chung** Correo / Teléfono: **andri.lozano.chung@gmail.com / 983 960110**
Nombre del proyecto: **Procesamiento de efluentes con biofiltros de agua dulce**
Cumbaza, San Martín 2022

Orden de servicio: **OS-2022-1559** Pág. **01** de **01**
Plan de Muestreo: **IE-22-SS80 / CC-22-24326**
Información de ensayo: **IE-22-SS80**
Procedencia o lugar de muestreo: **DISTRITO de Morales**

Item	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA		Ubicación	N° Frascos		Preservante	PARAMETROS DE ENSAYO				OBSERVACIONES	
			Muestreo	Sub-grupo		Coordinadas (UTM)	V		P	T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)	CE (µm/cm)		Cloro Libre (mg/L)
1	AS-01	17192	F: 11/04/22 H: 12:40	Superficial	N: 929394 E: 0340294	4		H2SO4						
2	AS-02	17193	F: 11/04/22 H: 13:00	Superficial	N: 9286650 E: 0343159	4								
3	AS-03	17194	F: 11/04/22 H: 13:20	Superficial	N: 9281853 E: 0346386	4								
4			F: H:		N: E:									
5			F: H:		N: E:									
6			F: H:		N: E:									
7			F: H:		N: E:									
8			F: H:		N: E:									

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Legenda

F: Fecha	N: Norte	V: Vidrio	T° Mtra: Temperatura de Muestra	CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora <th>E: Este</th> <th>P: Plástico</th> <th>T° Amb: Temperatura ambiente</th> <th>OO: Oxígeno Disuelto</th>	E: Este	P: Plástico	T° Amb: Temperatura ambiente	OO: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: **Diego Fush A.C** Cliente: **ROTINGAR S.A.C**

Nombre: **[Firma]** Fecha: **12 ABR 2022** Hora: **14:50**

Observaciones / Comentarios

Protección de datos

12 ABR 2022 14:50

CALLE

Clasificación de la Matriz Agua. Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB GRUPO
AN: Agua Natural	SUBSTRATO: Alimento - Terrestre
AR: Agua Residual	INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AS: Agua para Uso y Consumo	AGUA Y LAGUNA ARTIFICIAL
AT: Aguas Termales	BEBIDA (Pasteurizada, Embotellada)
AE: Agua Salada	AGUA DE MAR
AP: Agua de Filtro	DIRECCIÓN DE ESPERIMENTO - AGUA DE CALDAS
	AGUA DE FANTASMA
	AGUA PURIFICADA - AGUA DE MUESTROO / REINYECCION

Muestreado por: ALAB Cliente

Anexo 4: Informes de resultados emitidos por el laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE
ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE - 096



Registro N° LE - 096

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3076

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL : LOZANO CONSULTORES S.A.C.
2.-DIRECCIÓN : JR. RAMON CASTILLA N° 704 - TARAPOTO
3.-PROYECTO : USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD ACUÁTICA, RIO CUMBAZA, SAN MARTÍN 2022
4.-PROCEDENCIA : DISTRITO DE MORALES
5.-SOLICITANTE : SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
6.-ORDEN DE SERVICIO N° : 000000880-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO : NO APLICA
8.-MUESTREO POR : EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME : 2022-03-14

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO : Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS : 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA : 2022-03-04
4.-PERÍODO DE ENSAYO : 2022-03-04 al 2022-03-14

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3076**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Totales (NMP) ²	SMEWW 9221 B, 23 rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017 [□]	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017 [□]	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
Escherichia coli (NMP) ²	SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 F1, 23 rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
Turbidez ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017 [□]	Turbidity. Nephelometric Method.

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-3076**IV. RESULTADOS**

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-09692	M-22-09693	M-22-09694			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02	AS-03			
COORDENADAS:	E:0340294	E:0347159	E:0346786			
UTM WGS 84:	N:9293942	N:9286650	N:9281853			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	03-03-2022 15:00	03-03-2022 15:30	03-03-2022 16:00			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	17 000,0	92 000,0	160 000,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	21,7	25,8	26,8
Escherichia coli (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	28 000,0	17 000,0	92 000,0
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	6,82	185,00	74,40

¹) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-5580

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: LOZANO CONSULTORES S.A.C.
2.-DIRECCIÓN	: Ramón Castilla N° 704 - Tarapoto
3.-PROYECTO	: USO DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD ACUÁTICA, RÍO CUMBAZA, SAN MARTIN 2022.
4.-PROCEDENCIA	: DISTRITO DE MORALES
5.-SOLICITANTE	: SOMALAB SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000001559-2022-0000
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREO POR	: EL CLIENTE
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2022-04-21

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2022-04-12
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2022 04-12 al 2022-04-21



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662

Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados.
No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R.L.
Los resultados de los ensayos, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-5580**III. MÉTODOS Y REFERENCIAS**

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Coliformes Totales (NMP) ²	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Escherichia coli (NMP) ²	SMEWW-APHA AWWA-WEF.Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017.	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli test (EC-MUG Medium).
Demanda Bioquímica de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Turbidez ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.
Demanda Química de Oxígeno ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method

"SMEWW": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

INFORME DE ENSAYO N°: IE-22-5580
IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO:	M-22-17192	M-22-17193	M-22-17194			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	AS-01	AS-02	AS-03			
COORDENADAS:	E:0340294	E:0347159	E:0346786			
UTM WGS 84:	N:9293942	N:9286650	N:9281853			
PRODUCTO:	Agua Natural	Agua Natural	Agua Natural			
SUB PRODUCTO:	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río	Agua Superficial de Río			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	11-04-2022 12:40	11-04-2022 13:00	11-04-2022 13:20			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Totales (NMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	9 200,0	92 000,0	92 000,0
Escherichia coli (fNMP) ²	NMP/100mL	NA	1,8	2 200,0	11 000,0	7 900,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	211,00	553,00	650,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	28,3	25,8	24,2

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

² Ensayo acreditado por el IAS

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<=" Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<=" Menor que el L.D.M.

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"

Anexo 5: Certificado de calibración multiparámetro.

- 1 **Cliente** : SOMALAB S.A.C
- 2 **Dirección** : Av. Próceres de la Independencia 3527 – San Juan de Lurigancho
- 3 **OTI** : 279C
- 4 **Datos del Instrumento**
- | | | | |
|---------------------------|------------------|-------------------------------|----------------------|
| . Instrumento de medición | : Medidor de pH* | . N° de serie del Instrumento | : 201200035389 |
| . Marca | : HACH | . N° de serie del Sensor | : 193242561376 |
| . Modelo | : HQ40d | . Intervalo de Indicación | : 2,00 pH a 14,00 pH |
| . Identificación | : SML-OPE-03 ** | . Resolución | : 0,01 pH |
- 5 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.
- 6 **Fecha de calibración** : 2022-04-04
- 7 **Método de calibración.**

La calibración se realizó por comparación de la indicación del Instrumento con valores asignados a materiales de referencia de pH certificados, según procedimiento PC 020 Calibración de medidores de pH de INACAL 2 ed. 2017.

8 **Condiciones Ambientales.**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,7	52,8
Final	25,0	52,3

9 **Trazabilidad**

Patrón usado	Código Interno	N° Lote o N° Certificado	F. Vencimiento
MRC pH 4	GGP-S-01.70	CC734725	2023-09-07
MRC pH 7	GGP-S-02.69	CC739808	2023-11-03
MRC pH 10	GGP-S-03.70	CC732768	2023-08-12

10 **Resultados de medición**

Indicación del Instrumento (pH)	Valor del patrón (pH)	Error (pH)	Incertidumbre (pH)
4,01	4,003	0,007	0,015
7,02	6,997	0,023	0,015
10,01	10,011	-0,001	0,015

11 **Observaciones**

- a) Los resultados están dados a la temperatura de 25 °C
- b) El coeficiente de correlación calculado es: 1,0000
- * La calibración del medidor de pH se realizó en el Multiparámetro.
- ** Dato proporcionado por el usuario.

- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Sin firma y sello carecen de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.

Fecha de emisión

2022-04-06



ISAÍAS CURI MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C

1 **Ciente** : SOMALAB S.A.C.
2 **Dirección** : Av. Próceres de la Independencia 3527 – San Juan de Lurigancho
3 **OTI** : 279C

4 **Datos del Instrumento**

. **Instrumento de medición** : Termómetro digital* . **N° de serie del instrumento** : 201200035389
. **Marca** : HACH . **N° de serie de sensor** : 202482582460
. **Modelo** : HQ40d . **Intervalo de Indicación** : -10,0 °C a 110,0 °C
. **Identificación** : SML-OPE-03 ** . **Resolución** : 0,1 °C

5 **Lugar de calibración** : Laboratorio de Aguas - Green Group PE S.A.C.

6 **Fecha de calibración** : 2022-04-04

7 **Método de calibración**

La calibración se realizó por comparación siguiendo el procedimiento "PC-017 Calibración de Termómetros Digitales" Edición 2° de INDECOPI

8 **Condiciones Ambientales**

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (% hr)
Inicial	24,6	51,4
Final	24,8	50,5

9 **Trazabilidad**

Patrón Usado	Código Interno	N° de Certificado	F. Vencimiento
Indicadores digitales con sensores de termistor de resolución de 0,001 °C	GGP-25	LT-219-2021 INACAL/DM	2023-08-26
	GGP-26	LT-204-2021 INACAL/DM	2023-08-13

10 **Resultados de medición**

T.C.V. (°C)	Indicación del Termómetro (°C)	Corrección (°C)	Incertidumbre (°C)
0,00	0,1	-0,10	0,06
15,01	15,1	-0,09	0,16
25,01	25,1	-0,09	0,16

Temperatura Convencionalmente Verdadera (T.C.V.) = Indicación del termómetro + Corrección.

11 **Observaciones**

- a) La profundidad de inmersión del sensor fue de 6 cm
b) El tiempo de estabilización de temperatura fue de 6 minutos.
* La calibración del termómetro digital se realizó en el sensor de conductividad en el Multiparámetro.
** Dato proporcionado por el usuario.

- Las temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90).
- La Incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura $k=2$ de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%.
- Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensor calibrado, en el momento de la calibración.
- Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del trabajo realizado, el mantenimiento, conservación y el tiempo de uso del instrumento.
- La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
- Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.
- Esta prohibida toda reproducción parcial del presente certificado sin la autorización previa de GREEN GROUP PE S.A.C.

Fecha de Emisión

2022-04-06



ISAÍAS CURÍ MELGAREJO
Jefe de Laboratorio de Calibración
GREEN GROUP PE S.A.C.

Anexo 6: Certificado de INACAL laboratorio.

Certificado	 INACAL Instituto Nacional de Calidad
	Acreditación
La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Renovación de la Acreditación al:	
ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.	
Laboratorio de Ensayo	
Prolongación Zaramilla, Mz D2 Lt 3, Asociación Daniel Alcides Carrión, distrito de Bellavista, provincia constitucional del Callao, departamento de Lima	
Con base en la norma	
NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración	
Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.	
Fecha de Renovación: 26 de julio de 2019	Fecha de emisión: 24 de julio de 2019
Fecha de Vencimiento: 25 de julio de 2023	
	
ESTELA CONTRERAS JUGO Directora, Dirección de Acreditación - INACAL	
Cédula N° : 0547-2019/INACAL-DA Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°025-16/INACAL-DA Registro N° : LE-096	
<small>El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados al momento de hacer uso del presente certificado.</small>	
<small>La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MLA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) y del Acuerdo de Reconocimiento Mútuo con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)</small>	
<small>DA-acr-01P-03/W/Ver. 02</small>	

Anexo 7: Certificado de acreditación IAS



CERTIFICATE OF ACCREDITATION

This is to attest that

ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L

OFFICE: PROLONGACION ZARUMILLA MZ D2 LOTE3 - BELLAVISTA-PROV. CONSTITUCIONAL DEL
CALLAO-LIMA, PERU
LABORATORY: AV. GUARDIA CHALACA NO 1877 BELLAVISTA - PROV. CONSTITUCIONAL DEL CALLAO,
LIMA, REPUBLIC OF PERU

Testing Laboratory TL-833

has met the requirements of AC89, IAS Accreditation Criteria for Testing Laboratories, and has demonstrated compliance with ISO/IEC Standard 17025:2017, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. This organization is accredited to provide the services specified in the scope of accreditation.

Effective Date August 3, 2021



IAS is an ILAC MRA Signatory

Visit: www.iasonline.org for current accreditation information.



President

Anexo 8: Panel fotográfico

Toma de muestras de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el mes de marzo



Toma de muestra del parámetro DQO agregando 10 gotas de H₂SO₄



Toma de muestra de pH y temperatura



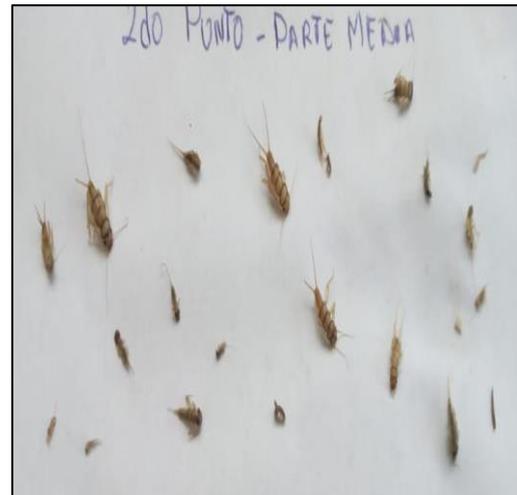
Recolección de macroinvertebrados en el primer punto-parte alta



Separación de bentónicos de los sedimentos



Colecta y conservación de bentónicos



Identificación de macroinvertebrados



Insecta de orden *Megaloptera* – indicador de buena calidad del agua.



Bentónico de orden *Plecóptera*, familia *perlidae*-indicador de buena calidad del agua.



Bentónico de orden coleóptero,
Familia Elmidae-indicador de
buena calidad del agua



Bentónico de orden coleóptero de
la familia Disersus-Indicador de
buena calidad el agua



Bentónico de orden Hemiptera
de la familia Naucoridae-
Ambrysus



Bentónico de clase perlidae-
Indicador de la buena calidad
del agua.

