



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA



TESIS

**PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON
MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA
EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023**

PRESENTADA POR:

ADOLFO ARRATIA CHAMBI

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

CON MENCIÓN EN: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD

AUTOR

ADOLFO ARRATIA CHAMBI

RECuento DE PALABRAS

16348 Words

RECuento DE CARACTERES

91134 Characters

RECuento DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

38.4MB

FECHA DE ENTREGA

Sep 17, 2024 7:11 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Sep 17, 2024 7:13 AM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)



VB CIEPG

**EPG
UNAP**

Firmado digitalmente por:
LUQUE COYLA Ruben Jared
FAU 20145498170 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 17/09/2024 17:35:30-0500



Firmado digitalmente por: QUILLE
CALIZAYA German FAU
20145498170 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 17/09/2024 07:56:15 -0500

Resumen



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRIA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

**PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON
MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA
EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023**



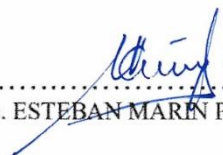
PRESENTADA POR:
ADOLFO ARRATIA CHAMBI
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
CON MENCIÓN EN: SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE


.....
D.Sc. NORBERTO SIXTO MIRANDA ZEA

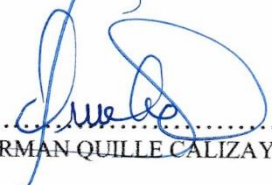
PRIMER MIEMBRO


.....
D.Sc. ESTEBAN MARÍN PAUCARA

SEGUNDO MIEMBRO


.....
M.Sc. JOSÉ MIGUEL CASTILLO PRADO

ASESOR DE TESIS


.....
D.Sc. GERMAN QUILLE CALIZAYA

Puno, 04 de julio del 2024.

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería.
TEMA: Recursos Naturales y Medio Ambiente.
LÍNEA: Calidad Ambiental.



DEDICATORIA

Este trabajo de investigación lo dedico a mis padres, quienes siempre me apoyaron en toda circunstancia de mi existencia, ahora culmina otra etapa importante de mi desarrollo profesional.

Adolfo Arratia Chambi.



AGRADECIMIENTOS

Mi profundo agradecimiento a la primera casa superior de estudios en la región Puno, por acogerme en sus instalaciones y darme la oportunidad de forjarme como un profesional competente.

A la maestría en Ciencias Ingeniería Química, por consolidar mis conocimientos en un área de tantas perspectivas.

Adolfo Arratia Chambi.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1	Marco teórico	5
1.1.1	Parámetros fisicoquímicos del agua	5
1.1.2	Macroinvertebrados	9
1.1.3	Índice biológico andino (IBA)	13
1.2	Antecedentes	14
1.2.1	Internacionales	14
1.2.2	Nacionales	16
1.2.3	Locales	20

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1	Identificación del problema	23
2.2	Enunciados del problema	24
2.2.1	Problema general	24
2.2.2	Problemas específicos	24
2.3	Justificación	25
2.4	Objetivos	25
2.4.1	Objetivo general	25
2.4.2	Objetivos específicos	26
2.5	Hipótesis	26



2.5.1	Hipótesis general	26
2.5.2	Hipótesis específicas	26
CAPÍTULO III		
MATERIALES Y MÉTODOS		
3.1	Lugar de estudio	27
3.2	Población	27
3.3	Muestra	27
3.4	Método de investigación	31
3.5	Descripción detallada de los métodos por objetivos	31
3.5.1	Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico	31
3.5.2	Toma de muestras e identificación de macroinvertebrados	31
3.5.3	Análisis de laboratorio	32
3.5.4	Equipos y materiales	32
3.5.5	Aplicación de prueba estadística inferencial	33
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
4.1	Resultados	34
4.2	Discusión	52
CONCLUSIONES		54
RECOMENDACIONES		55
BIBLIOGRAFÍA		56
ANEXOS		64

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Esquema de distribución de las muestras	28
2. Temperatura del agua en la laguna de Arapa, 2023	34
3. pH del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	35
4. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	35
5. Turbidez (NTU) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	36
6. Oxígeno disuelto (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	37
7. Materia orgánica (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	38
8. Demanda bioquímica de oxígeno (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	38
9. Demanda química de oxígeno (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023	39
10. Macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa.	41
11. Índice de calidad de agua por macroinvertebrados en muestras de agua en la laguna de Arapa.	43
12. Correlación canónica entre los parámetros fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua	45
13. Matriz de correlación entre los parámetros de calidad de agua fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua	48
14. Matriz de identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos (IPER)	49
15. Matriz de evaluación de los riesgos (IPER) en la laguna Arapa, 2024	50



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Orden plecoptera, indicador de buena calidad de agua	10
2. Orden Lepidoptera, indicador de buena calidad de agua	11
3. Orden Hemiptera, indicador biológico de calidad de agua	11
4. Orden Odonata, bioindicador para medir la calidad de agua	12
5. Orden díptera, indicador de una mala calidad del agua	13
6. Orden Trichoptera, indicador biológico de calidad de agua	13
7. Lugar de estudio laguna Arapa (Fuente: Google Earth)	29
8. Puntos de muestreo en la laguna Arapa (Fuente: Google Earth)	30
9. Correlación canónica para el eje 1 y 2 entre los parámetros de calidad de agua fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua	46
10. Correlación canónica para el eje 1 y 3 entre los parámetros de calidad de agua fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua	47
11. Mapa de riesgo de calidad de agua según parámetros fisicoquímicos	51



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Matriz de consistencia	64
2. Resultados de laboratorio	65
3. Constancia de identificación de macroinvertebrados	105
4. Ficha técnica para ECA-4 y cálculo del índice de calidad ABI	106
5. Evidencias fotográficas	107



ACRÓNIMOS

DBO	: Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	: Demanda Química de Oxígeno
ECA	: Estándar de Calidad de Agua
IBA	: Índice Biológico Andino
ICA	: Índice de Calidad de Agua
LMP	: Límite Máximo Permisible
NTU	: Unidades Nefelométricas de Turbidez

RESUMEN

La calidad del agua se puede evaluar también mediante la presencia de los macroinvertebrados. El objetivo fue determinar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa. La metodología fue bajo enfoque cuantitativo, alcance transversal, prospectivo y diseño correlacional, los parámetros se midieron con equipo multiparámetro y análisis de laboratorio, los macroinvertebrados fueron colectados e identificados a nivel de familia, el análisis estadístico fue por correlación canónica. Los resultados indican que la temperatura está dentro de lo normal, el pH superó el valor de referencia en una muestra (P1), la conductividad eléctrica dentro de lo normal, la turbidez por encima del valor de referencia, el oxígeno disuelto por debajo del valor establecido, el contenido de materia orgánica normal, la DBO tuvo una muestra que superó el valor de referencia, la DQO presentó una muestra por encima de lo establecido. Existe relación estadística entre los parámetros fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados, Daphniidae relacionada negativamente con la turbidez ($r=-0,589$), Hirudinidae positivamente relacionado con la DBO ($r=0.526$), Notonectidae relacionado positivamente con la DBO ($r=0,688$) y Aeshnidae relacionado negativamente con la DBO ($r=-0,653$). Según el D.S. 004-2017 MINAM para el ECA-4 se tiene tres puntos con mala calidad de agua (P-1, P-2 y P-5), presentando según el IPER un riesgo de impacto en la calidad de agua. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del agua están relacionados con los macroinvertebrados y se pueden utilizar como bioindicadores de calidad del agua.

Palabras clave: agua, calidad, correlación, macroinvertebrados, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

Water quality can also be evaluated by the presence of macroinvertebrates. The objective was to determine the relationship between physicochemical parameters of water and macroinvertebrates as indicators of water quality in the Arapa lagoon. The methodology was under quantitative approach, cross-sectional, prospective and correlational design, the parameters were measured with multiparameter equipment and laboratory analysis, the macroinvertebrates were collected and identified at family level, the statistical analysis was by canonical correlation. The results indicate that temperature is within normal, pH exceeded the reference value in one sample (P1), electrical conductivity within normal, turbidity above the reference value, dissolved oxygen below the established value, organic matter content was normal, the BOD had one sample that exceeded the reference value, the COD had one sample above the established value. There is a statistical relationship between the physicochemical parameters of water with macroinvertebrates, Daphniidae negatively related to turbidity ($r=-0.589$), Hirudinidae positively related to BOD ($r=0.526$), Notonectidae positively related to BOD ($r=0.688$) and Aeshnidae negatively related to BOD ($r=-0.653$). According to the D.S. 004-2017 MINAM for ECA-4 there are three points with poor water quality (P-1, P-2 and P-5), presenting according to the HIRD a risk of impact on water quality. It is concluded that the physicochemical parameters of water are related to macroinvertebrates and can be used as bioindicators of water quality.

Keywords: correlation, macroinvertebrates, physicochemical parameters, quality, water.



Dra. Myriam Pacheco Tanaka
C.C.F. 01222

INTRODUCCIÓN

La calidad del agua de un medio acuático, se puede evaluar de manera tradicional por análisis de sus parámetros fisicoquímicos, pero también es posible realizarlo por la evaluación de los componentes vivos que habitan en ellos, como son los macroinvertebrados, si bien se ha prestado un mayor interés por los primeros, en los últimos años se ha vuelto la mirada hacia los bioindicadores como una medida adecuada para medir la calidad del agua en mares, ríos, lagos y lagunas.

En la exploración de los ecosistemas acuáticos, la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y la fauna de macroinvertebrados ha surgido como un área crucial de investigación en los últimos años. Por lo que este estudio se propone analizar de manera rigurosa y sistemática cómo los parámetros fisicoquímicos, como temperatura, pH, concentración de oxígeno disuelto y otros, se relacionan con la distribución y diversidad de macroinvertebrados, y cómo estos organismos actúan como indicadores fidedignos de la calidad del agua.

El estudio parte de la percepción de que los análisis fisicoquímicos del agua, respecto a su calidad, pueden ser también complementados con un análisis de la vida que existe en el medio acuático que se desea evaluar, para ello se considera como idóneos a los macroinvertebrados por su alta capacidad indicadora de procesos de contaminación, además que por su tamaño (alrededor de 3 mm) pueden ser fácilmente identificables a simple vista o por el uso de una simple lupa, lo cual permite que incluso sea posible su identificación como parte del trabajo de campo de evaluación ambiental de los recursos hídricos.

El presente informe está conformado por cuatro capítulos centrales, el primero contiene la revisión de literatura, considerando el marco teórico y los antecedentes que sustentan el tema de investigación y permitirán contrastar los hallazgos posteriormente. En el segundo capítulo se tiene el planteamiento del problema con información específica y percepción de la problemática, además de la justificación y los objetivos e hipótesis, todos ellos en términos generales como específicos. En el capítulo tercero se expone los materiales y métodos, detallando el lugar de estudio, población, muestra, el método y el desarrollo específico de dichos métodos. En el cuarto capítulo se presenta los resultados y discusión, presentando las tablas y su interpretación y las discusiones derivadas de



estudios previos, en la parte final se tiene las conclusiones y recomendaciones, además de los anexos respectivos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 Parámetros fisicoquímicos del agua

La importancia de los parámetros fisicoquímicos del agua, radica en que mediante su medición permiten identificar las propiedades físicas y la naturaleza química del agua (Burgos et al., 2019), por medio de lo cual se puede comparar y establecer si los mismos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la actual legislación vigente, con lo cual se puede valorar cual es el estado del cuerpo de agua en dicho momento. (Laguna, 2020)

A. Parámetros físicos

A.1 Temperatura

Se define como el resultado del balance entre la absorción y la emisión de la energía de la radiación solar, en los cuerpos de agua está muy influenciado por la profundidad del mismo. También la temperatura del agua depende de la ubicación geográfica del cuerpo de agua, de la estación del año, la temperatura tiene efecto directo sobre los procesos biológicos y fisicoquímicos en su interior, es importante su relación inversa con la cantidad de oxígeno disuelto. (Pontón, 2018)

Cuando el cuerpo de agua es afectado por descargas de desechos elevadas, como es el caso de aguas servidas, la temperatura del agua se puede incrementar hasta más de 4 grados Fahrenheit, provocando una disminución importante del oxígeno disuelto. (Yumbo et al., 2018)

A.2 Turbidez

La turbidez es definida como la propiedad óptica de una muestra en suspensión, se considera que el agua existe diferentes partículas suspendidas, las cuales provocan que la luz se disperse y no se transmita a través de dicha suspensión. Los sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua turbia, pueden ser indicadores de alguna forma de

contaminación por contenido orgánico y microbiológico. (Chibinda et al., 2017)

La turbidez se expresa en NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez), como valores de referencia se indica que la turbidez del agua para consumo humano no debe superar las 5 NTU, se considera como un valor normal las muestras por debajo de 1 NTU. La medición de la turbidez se realiza haciendo pasar una luz a través de la muestra de agua y cuantificando la concentración de partículas en suspensión. (Ministerio de Salud, 2011)

B. Parámetros químicos

B.1 pH

El pH es definido como la cantidad de iones de hidrógeno presentes en la muestra de agua $[H^+]$ y los iones hidroxilo negativo $[OH^-]$. Aquellas aguas con más iones de hidrógeno son consideradas como ácidas y presentan valores menores a 7, mientras que cuando se presentan más iones hidroxilo es considerada básica y los valores son superiores a 7 unidades, en general cuando el pH tiende a la alcalinidad (valores por encima de 8,5) se atribuye básicamente a la actividad de los microorganismos que participan en el ciclo del dióxido de carbono, como es el caso de los moluscos y bivalvos que liberan cantidades importantes de carbonatos cuando mueren, mientras que cuando el pH es bajo con mediciones menores a 7 unidades, se atribuye a la descomposición de la materia orgánica con la respectiva liberación de ácidos. (Centurión y Mendez, 2018)

B.2 Conductividad eléctrica

Es la capacidad que presenta un medio para dejar pasar la corriente eléctrica, se tiene como referencia que el agua pura no conduce la electricidad, pero el agua en medios naturales no es agua pura, sino que se encuentra con una disolución de diversas sales en diferentes concentraciones, justamente son las sales dentro del agua las que

transmiten la energía eléctrica, es por ello que existe una relación directa entre la salinidad y la conductividad. (Ministerio de Sanidad, 2019)

La conductividad del agua es medida por la propiedad de conductividad eléctrica, la cual es medida por medio de un equipo que cuenta con un sistema amperimétrico, es decir que mide la corriente, o también por un método potenciométrico (mide la potencia), por cuanto mayor sea la intensidad o mayor potencia se genere, el valor de la conductividad será mayor, la unidad de medida es el siemens por centímetro (s/cm), pero en la práctica se utiliza el milisiemens por centímetro (ms/cm). (Romero, 2005)

B.3 Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto del agua tiene su origen en el intercambio con la atmósfera, puesto que al entrar en contacto el aire con el agua, el oxígeno se difunde en el agua hasta conseguir un balance de presión entre ambos. También parte del oxígeno del agua se debe al proceso de la fotosíntesis, la cual proviene de la actividad de las plantas acuáticas y algas. Se conoce que la solubilidad del oxígeno tiende a disminuir cuando la temperatura se incrementa, así como con la salinidad; por el proceso de eutrofización de un cuerpo de agua con el crecimiento desmedido de algas, plantas acuáticas y con elevadas concentraciones de materia orgánica, el oxígeno disuelto tiende a disminuir de forma importante. (Apolinario y Araujo, 2018)

B.4 Demanda bioquímica de oxígeno

Al respecto la Organización de las Naciones Unidas (2020) indica que es una medida de la cantidad de oxígeno que es consumida en el proceso de degradación bioquímica de la materia orgánica, la cual se produce por procesos biológicos aerobios (básicamente por bacterias y protozoarios). Si los valores de la DBO son elevados, los niveles de oxígeno disueltos son bajos, puesto que las bacterias están consumiendo ese oxígeno en una gran cantidad, cuando esto sucede es un claro indicador de una mala calidad del agua.

Yumbo et al. (2018) así también se define la demanda bioquímica de oxígeno como la medida de la cantidad de oxígeno consumido durante el proceso de degradación de la materia orgánica de una muestra de agua, por tanto, es la materia susceptible de ser consumida u oxidada por el componente biológico del medio.

Garcés y Pacheco (2020) señala que la medición de la DBO se realiza mediante una medición inicial del oxígeno disuelto y una medida final del mismo, la cual se realiza en un tiempo de cinco días de incubación a una temperatura de 20°C, el resultado final se expresa en miligramos de oxígeno consumidos por litro de muestra de agua.

B.5 Demanda química de oxígeno

La demanda química de oxígeno (DQO) es un parámetro utilizado en la química y la ingeniería ambiental para medir la cantidad de materia orgánica oxidable presente en una muestra de agua, representa la cantidad de oxígeno requerido para oxidar químicamente la materia orgánica presente a través de procesos químicos. (Yumbo et al., 2018)

La DQO se refiere a la cantidad de sustancias químicas presentes en una muestra que tienen la capacidad de consumir oxígeno durante una reacción química controlada, esta medición se utiliza comúnmente en el análisis de agua y aguas residuales para evaluar la carga de contaminación orgánica y determinar la eficiencia de los procesos de tratamiento. (Echeverría et al., 2021)

Este es un parámetro que indica la cantidad total de sustancias orgánicas e inorgánicas presentes en una muestra que pueden ser oxidadas químicamente utilizando un agente oxidante fuerte, como el dicromato de potasio. Se utiliza en análisis ambientales para evaluar la carga de contaminación y la calidad del agua, y proporciona una medida de la capacidad de una muestra para agotar el oxígeno durante un proceso de oxidación controlado (Matsumoto y Sánchez, 2016).

B.6 Materia orgánica total

La materia orgánica total se refiere a la cantidad total de compuestos orgánicos presentes en una muestra de agua, estos compuestos orgánicos contienen carbono en su estructura molecular y pueden incluir sustancias como carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos. La determinación de la materia orgánica total implica métodos químicos que permiten cuantificar la cantidad de carbono orgánico presente, lo cual es relevante para evaluar la calidad y la composición de diversos medios ambientales (Ministerio de Sanidad, 2019).

También se la define como el conjunto de todos los compuestos orgánicos presentes en una muestra, sin importar su origen o composición específica, estos compuestos son de origen biológico y contienen carbono, lo que la diferencia de los compuestos inorgánicos. La determinación de la materia orgánica total se realiza mediante técnicas de análisis químico y es importante para evaluar la calidad del agua o cualquier otro medio, ya que puede indicar la presencia de contaminantes o el estado de degradación de estos ambientes. (Romero, 2005)

1.1.2 Macroinvertebrados

Son definidos como aquellos organismos invertebrados que desarrollan toda o parte de su fase de ciclo de vida en el medio acuático (Paredes, 2021), se considera como tamaño aquellos organismos superiores a los 3 mm, pueden habitar en el fondo o en el medio acuático de los cuerpos de agua (Alba, 1994).

Según los estudios realizados los macroinvertebrados son organismos indicadores de la calidad del agua (Olarte y González, 2018), entre las ventajas de su utilización como bioindicadores es que son de fácil observación y por tanto también de identificación, así mismo su recolección es viable mediante mallas adecuadas (Alcántara y Huaman, 2020), son sensibles a cambios en el medio acuático, mientras que otros tienen un intervalo amplio de tolerancia frente a diferentes parámetros de contaminación, hábitos sedentarios y ciclos de vida adecuados para detectar alguna alteración en su composición, abundancia, diversidad y estructura. (Alonso, 2018; Pezo, 2018)

A. Principales ordenes de macroinvertebrados

Los principales ordenes que componen los macroinvertebrados son:

A.1 Plecoptera

Son un grupo de insectos que habitan cerca de lagos o vertientes, su desarrollo es por metamorfosis incompleta o hemimetabolismo, el estadio de ninfa es acuático y el adulto volador (Gallozo y Yauri, 2017). Las ninfas se caracterizan por un cuerpo aplanado, el aparato bucal masticador y presentan largos cercos y antenas (Pin, 2021). Este orden no presenta mayor importancia agrícola directa, sin embargo, son útiles como indicadores de contaminación de aguas, puesto que son extremadamente sensibles a procesos de contaminación de los medios acuáticos donde se encuentra. (Giacomett y Bersosa, 2006)

Figura 1

Orden Plecoptera, indicador de buena calidad de agua



A.2 Lepidoptera

Son insectos que habitan en ambientes acuáticos tanto lóticos como lenticos asociados a la vegetación, son conocidas comúnmente como el orden de las mariposas (Gil y Tingal, 2019). En sus estadios larvales se le identifica porque tejen un saco el cual adhieren a las piedras para vivir y alimentarse. Si bien la mayoría se desarrolla en el medio terrestre y vegetación, existen algunas que se hallan en medios acuáticos y zonas ribereñas (Sánchez y García, 2018).

Figura 2

Orden Lepidoptera, indicador de buena calidad de agua



A.3 Hemiptera

Son un orden de insectos muy numeroso, son de amplia distribución por todo el mundo (Rincón et al., 2021), se caracterizan porque presentan hemielitros, es decir alas que son gruesas y endurecidas en su base, mientras que son membranosa en la parte apical (Huaman, 2019). La mayoría de hemípteros con vida acuática, son insectos predadores que viven en la película superficial del agua; habitan en ecosistemas dulceacuícolas, estuarios y marinos (López et al., 2022).

Figura 3

Orden Hemiptera, indicador biológico de calidad de agua



A.4 Odonata

Este orden en su estadio de ninfa es de vida netamente acuática y suelen denominarse náyades (Santillán y Guerrero, 2018). Se caracterizan porque su cabeza es pentagonal o rectangular, se observa un par de ojos compuestos grandes, tres ocelos y un par de antenas cortas (Maya, 2016). Se les identifica por presentar un aparato bucal modificado que mantiene plegado debajo de la cabeza y que proyecta de manera repentina hacia adelante para capturar las presas, por lo que es carnívoro. En el estadio de ninfa lleva unos esbozos de alas, en el abdomen puede llevar tres láminas branquiales apicales (La Matta, 2020).

Figura 4

Orden Odonata, bioindicador para medir la calidad de agua



A.5 Diptera

Es el orden de mayor distribución en todo el planeta y también son los más evolucionados (Yépez et al., 2017), se caracterizan porque su etapa larval es prolongada y los adultos tienen una corta vida (Minchola, 2021). El orden Diptera es el que presenta el mayor número de larvas acuáticas, las cuales viven en lugares protegidos, acuáticas o viven en hábitats húmedos, no presentan patas articuladas (Prat et al., 2009).

Figura 5

Orden díptera, indicador de una mala calidad del agua



A.6 Trichoptera

Se identifica a estos insectos por hacer casas o refugios que construyen en el estadio de larva, los cuales sirven a menudo para su identificación (Mora, 2018). Sus larvas son, generalmente, intolerante a la polución y esto sirve como indicador de la calidad del agua. La mayoría de los Tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal; algunas especies habitan en aguas quietas y remansos de ríos y quebradas (Rivera, 2016).

Figura 6

Orden Trichoptera, indicador biológico de calidad de agua



1.1.3 Índice biológico andino (IBA)

El IBA es considerado como un índice biológico simple y de bajo costo de implementación, además de ser una técnica rápida para evaluar la calidad del agua, para lo cual se utiliza básicamente la presencia de macroinvertebrados como bioindicadores, para ello se requiere la identificación taxonómica a nivel de

familia, con datos cuantitativos expresados en presencia y ausencia. El puntaje vario en una escala de 1 a 10 de acuerdo al nivel de tolerancia de las diferentes familias a la contaminación orgánica, siendo 10 el valor para los más sensibles y 1 para los más tolerantes (García y Endara, 2020).

El puntaje es asignado una sola vez por familia, de forma independiente de la cantidad o abundancia de los individuos o géneros hallados, luego los puntajes son sumados por familia encontradas en los puntos de muestreo, dando como resultado el nivel de calidad de agua. (Pontón, 2018)

La escala de valoración para este índice de calidad de agua según las familias de macroinvertebrados, es de: Muy Bueno (Más de 74), Bueno (45 a 74), Moderado (27 a 44), Malo (11 a 26) y Pésimo (Menos de 11).

1.2 Antecedentes

1.2.1 Internacionales

Chavez (2022) su estudio tuvo el objetivo de evaluar la calidad del agua utilizando macroinvertebrados acuáticos en un sector del río Toribio. La metodología se guio del enfoque cuantitativo, el diseño fue no experimental y el alcance fue transversal, la colecta de macroinvertebrados se ejecutó en 6 puntos con una red tipo Surber. Los resultados indican la identificación de 36 familias (24 en época seca y 26 en época de lluvia), la clase insecta fue la más abundante seguida de odonata, entre las familias de mayor importancia para la calidad se tiene a Coenagrionidae (5), Chironomidae (3), Leptophlebiidae (2) y Tricorithydae (2), los índices de calidad señalan que la calidad del agua es “critica a dudosa”, se relaciona los resultados a la evidente perturbación del medio acuático por aguas servidas provenientes de la población circundante. Se concluye que los macroinvertebrados son útiles para identificar la calidad del agua en medios naturales.

Cruz y Intriago (2022) el estudio tuvo por objetivo identificar la calidad de agua por la presencia de comunidades de macroinvertebrados acuáticos. La metodología se desarrolló con el enfoque cuantitativo, el diseño fue no experimental, se consideró 6 estaciones de muestreo, la colecta de

macroinvertebrados fue con una red Surber y su identificación por claves de taxonomía a nivel de familia, se analizaron los datos con índices de diversidad y el índice BMWP de calidad. Los resultados indican la presencia de 20 familias, los órdenes más abundantes fueron Ephemeroptera con la familia Leptophlebiida, el índice de Shannon-Weaver indica una calidad de agua limpia, con diversidad elevada de especies, la correlación entre los parámetros físicos químicos y el índice de macroinvertebrados señala para Temperatura (- 0,17) y pH (- 0,76) y el oxígeno disuelto con -0,40. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del agua se hallan relacionados con la presencia de macroinvertebrados.

Escandón y Cáceres (2022) la investigación tuvo el objetivo fue determinar la calidad del agua mediante parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y macroinvertebrados bentónicos. La metodología se siguió con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, se ubicaron 6 estaciones de muestreo en época de avenida y estiaje, la medición de parámetros del agua fue con equipo multiparámetro in situ y la captura de individuos de macroinvertebrados con redes. Los resultados fueron la identificación de 25 familias y 11 órdenes, los de mayor abundancia fueron el orden Ephemeroptera (61,9%), Díptera (10,1%), Coleoptera (8,1%), se identificó una diversidad media y una diversidad-dominancia baja, según los índices de macroinvertebrados la calidad de es regular, buena y regular respectivamente. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del agua se encuentran relacionados con la presencia de los macroinvertebrados.

Forero (2017) el estudio tuvo como objetivo relacionar la calidad del agua con la distribución y abundancia de macroinvertebrados. La metodología fue con el enfoque cuantitativo y diseño no experimental, se utilizaron métodos biológicos, fisicoquímicos y bacteriológicos, consideró 5 puntos de muestreo. Los resultados señalan la relación entre cambios de calidad de agua y las comunidades de macroinvertebrados, cuando la calidad es buena se observa una mayor diversidad y homogeneidad de las abundancias de los macroinvertebrados, se identificó como fuentes de contaminación a aguas servidas y actividades mineras. Se concluye que los macroinvertebrados se hallan relacionados con la calidad de agua.

Garcés y Pacheco (2020) el estudio tuvo por objetivo analizar el estado de la calidad del agua a partir de la correlación entre variables fisicoquímicas y presencia de macroinvertebrados. La metodología fue con enfoque cuantitativo y nivel básico, se consideró 3 puntos de muestreo, los parámetros fisicoquímicos se midieron in situ, la colecta de los organismos se realizó con redes. Los resultados indican un índice de ICA el punto 1 de 0,84 de calidad aceptable, el punto 2 de 0,74 de calidad aceptable y para el punto 3 de 0,69 de calidad regular, según los macroinvertebrados se tiene calidad crítica, para el punto 2 de 18,9 de calidad muy crítica y para el punto 3 de calidad muy crítica. Se concluye una correlación alta y directa entre los parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados.

1.2.2 Nacionales

García y Endara (2020) el objetivo fue evaluar la calidad del agua del río Alambrado usando macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos. La metodología fue con enfoque cuantitativo, se colectaron muestras de agua y macroinvertebrados mediante mallas. Los resultados señalan que la familia Chironomidae fue la más abundante con 80% y menos abundante Gerridae, Simuliidae y Leptoceridae (0,05%). Se identificó que los sólidos suspendidos totales tuvieron una mayor relación con la gran mayoría de taxones, la calidad del agua se encuentra en un rango de malo a moderado y los resultados de los índices biológicos son sensibles a los parámetros físico-químicos de oxígeno disuelto, DBO5, Demanda Química de Oxígeno. Se concluye relaciones entre ambas variables como indicadores de calidad del agua.

Machado et al. (2018) la investigación tuvo el objetivo de analizar los macroinvertebrados como bioindicadores ambientales. La metodología fue con enfoque cuantitativo, la recolección de se realizó con red Surber, identificándolos a nivel de familia en laboratorio y analizados con estadística multivariante. Los resultados indican la existencia de 5 clases, 13 órdenes y 38 familias; siendo Leptophlebiidae la más abundante con 12,8% y Chironomidae con 17,2%, el estado de calidad ecológica fue moderada para el Río Sardinias con base a la abundancia y riqueza de macroinvertebrados. Se concluye que la calidad del agua

está relacionada con los parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados.

Ortiz et al. (2017) publicaron el estudio con el objetivo de evaluar la afectación de un río urbano midiendo variables físico-químicas e índices bióticos de calidad. La metodología se siguió con enfoque cuantitativo, se tomaron muestras de macroinvertebrados en cinco puntos, además de medir las características fisicoquímicas, se analizaron los datos con índices de calidad. Los resultados indican una disminución de la calidad fisicoquímica del agua en función del gradiente de impacto urbano. La calidad de agua se encuentra como extremadamente contaminado, la familia Chironomidae fue la más abundante debido a ser tolerante a diferentes grados de contaminación. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del agua se hallan relacionados con la distribución y abundancia de los organismos macroinvertebrados.

Pin (2021) el objetivo fue determinar la influencia del uso de suelo en los cuerpos de agua de la cuenca baja del río Quevedo en Ecuador. La metodología se siguió bajo el enfoque cuantitativo, diseño no experimental y alcance vertical, se tomaron muestras de agua en diferentes niveles de la cuenca y se realizó la colecta por muestreo de organismos macroinvertebrados, así mismo se identificó el nivel de calidad de agua y medidas de la diversidad de los organismos acuáticos. Los resultados indican el total de 565 individuos de macroinvertebrados acuáticos, clasificados en 9 órdenes, 20 familias y 22 géneros, los más frecuentes fueron Camelobaetidius, Lumbricidae y Leptohyphes. Mediante los resultados de la presencia de macroinvertebrados se determinó que la calidad del agua en los tres usos de suelo es de mala calidad con contaminación evidente, hasta muestras con identificación de muy mala y extremadamente contaminada, con un promedio alto de 53,33 puntos. Se concluye que los parámetros de turbidez, dureza, CE, OD y SDT se encuentran relacionados con la presencia de géneros de macroinvertebrados Baetodes, Camelobaetidius, Leptohyphes, Lumbricidae y Tubifex.

Pontón (2018) el objetivo fue evaluar la calidad del agua de la microcuenca del río Piñas mediante índices químicos y biológicos. La metodología se desarrolló con el enfoque cuantitativo, el nivel relacional y diseño

no experimental, se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo a lo largo del curso del río, se tomaron muestras de agua para el análisis fisicoquímico y también biológico mediante colecta de macroinvertebrados. Los resultados indican que se encontró que las estaciones 3 y 4 presentaron los valores más bajos de ICA, indicando condiciones de "aguas contaminadas" y "aguas fuertemente contaminadas", debido a la alta carga contaminante que pasa por esos puntos, los resultados de los índices BMWP/Col y ASPT indican que la microcuenca se halla en categoría "crítica" y "muy crítica", las familias de macroinvertebrados dominantes fueron los oligoquetos y los quironómidos, indicadores de una mala calidad del agua. Se concluye que tanto la evaluación fisicoquímica como la de macroinvertebrados se relaciona indicando una mala calidad de agua en la microcuenca de estudio.

Rincón et al. (2021) la investigación tuvo el objetivo de evaluar la calidad del agua en el río Chicú utilizando índices bióticos (BMWP, ASPT y ABI) basados en macroinvertebrados acuáticos, y analizar su relación con los parámetros fisicoquímicos. La metodología se ubica en el enfoque cuantitativo, en el nivel relacional y prospectivo, se realizaron muestreos en cuatro sitios a lo largo de la cuenca y tres temporadas climáticas, se calcularon los índices bióticos, índices de diversidad y se analizaron los parámetros fisicoquímicos, el análisis estadístico fue de correspondencia canónica. Los resultados indican un total de 9 órdenes, 15 familias y 7093 individuos de macroinvertebrados, las familias más frecuentes fueron Sphaeriidae (49.71%) y Physidae (21.83%), se determinó que la calidad del agua del río Chicú se encuentra en un rango que va desde "moderadamente contaminado" hasta "fuertemente contaminado", el análisis de correspondencia canónica indica una asociación entre ciertas familias de macroinvertebrados acuáticos y el oxígeno disuelto y pH. Se concluye que existe correlación entre los análisis fisicoquímicos y los biológicos para la calidad de agua.

Alomía et al. (2017) publicaron el estudio con el objetivo de evaluar los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río Huallaga. La metodología utilizó el enfoque cuantitativo, con nivel básico, toma de datos prospectivo, la muestra se conformó con 12 puntos, las evaluaciones fueron en épocas de avenida y estiaje, se analizaron los parámetros fisicoquímicos

del agua y los macroinvertebrados presentes. Los resultados indican un total de 30 taxones identificados para los macroinvertebrados, siendo las más abundantes en términos de frecuencia las familias Chironomidae y Baetidae, mediante el cálculo de índices de calidad, se identificó que esta cuenca muestra un cierto grado de perturbación, mientras que los ríos tributarios cuentan con una buena calidad biológica. Se concluye que la calidad del agua en la cuenca del río Huallaga se encuentra en nivel de con cierto grado de perturbación, atribuible a las actividades antrópicas de la zona.

Canales et al. (2022) publicaron el estudio con el objetivo de estudiar la comunidad de macroinvertebrados acuáticos para identificar la calidad de agua. La metodología siguió el enfoque cuantitativo, con alcance transversal y toma de datos prospectivo, se tomaron muestras de agua en 10 cuerpos de agua en los humedales de Ventanilla, el análisis fisicoquímico fue con equipo multiparámetro in situ, mientras que para la captura de macroinvertebrados se utilizó una red D-net de 500 μ m. Los resultados indican que solo la conductividad eléctrica superó el valor de referencia, los macroinvertebrados estuvieron representados por 17 taxones, siendo los más abundantes los gasterópodos y artrópodos entre 85,5 y 74,2% respectivamente, el índice de calidad de agua indica “muy pobre” y “pobre”, atribuible al proceso de eutrofización evidente, se determinó relación entre la conductividad eléctrica y la distribución de macroinvertebrados. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos se relacionan con la distribución y abundancia de los macroinvertebrados.

Centurión y Mendez (2018) la investigación tuvo el objetivo de evaluar la calidad de agua utilizando parámetros fisicoquímicos y macroinvertebrados. La metodología fue con enfoque cuantitativo, el alcance fue transversal y el nivel básico, se consideró 22 variables ambientales medidas in situ, los macroinvertebrados fueron colectados con el uso de una D-net y su identificación mediante claves taxonómicas hasta el nivel de familia. Los resultados indican que la calidad del agua se halla en rango de moderadamente contaminadas en los seis puntos de muestreo para temporada húmeda y cuatro primeros puntos para temporada de estiaje, se atribuye este estado a la intervención antrópica, por la cercanía a zonas urbanas con actividad a nivel industrial y deficiente manejo de

recurso hídrico. Se concluye que los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados se relacionan para identificar la calidad de agua.

Chauca (2022) publicó su estudio con el objetivo de determinar la calidad del agua y su relación con macroinvertebrados bentónicos. La metodología fue bajo el enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, la muestra se realizó en 3 puntos con mediciones de parámetros fisicoquímicos y biológicos. Los resultados indican que existe afectación del medio acuático con valores de OD, DBO, DQO, aceites y grasas, que no cumplen con los ECA categoría 4 para conservación de ambientes acuáticos. Se identificó 8 Órdenes y 22 Familias de macroinvertebrados, que indican mediante su índice una calidad muy contaminadas y extremadamente contaminadas. Se concluye que tanto los parámetros fisicoquímicos del agua como los macroinvertebrados son buenos indicadores de la calidad del agua.

1.2.3 Locales

Jauregui (2019) publicó el estudio con el objetivo de caracterizar las aguas del río en nueve estaciones de monitoreo. La metodología fue desarrollada con el enfoque cuantitativo, se tomaron muestra de agua en épocas de avenida y estiaje, se midió los parámetros fisicoquímicos y se recolectó los organismos macroinvertebrados con redes. Los resultados señalan que los macroinvertebrados son de 10 órdenes y 30 familias, los índices indican una calidad de agua moderadamente impactada y de aceptable calidad. Se concluye que los indicadores fisicoquímicos se relacionan con los índices de calidad de agua considerando la distribución y abundancia de los macroinvertebrados.

Leiva (2018) publicó el estudio con el objetivo de determinar la calidad de agua mediante el ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos. La metodología fue de enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, se tomaron muestras en 17 estaciones midiendo los parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados. Los resultados señalan la identificación de 39 familias taxonómicas de macroinvertebrados, la calidad del agua es aceptable para ambas épocas, los valores de los parámetros fisicoquímicos fueron valorados como aceptables, excepto el fosfato que presento valores

elevados según la categoría 4. Se concluye que existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados.

Ochoa (2020) publicó el estudio con el objetivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua y compararlos con los macroinvertebrados presentes. La metodología se siguió con el enfoque cuantitativo, se tomaron muestras en 10 quebradas en las épocas de avenida y estiaje, se midieron los parámetros fisicoquímicos y se colectaron los macroinvertebrados utilizando redes. Los resultados señalan al taxón Chironomidae como el más abundante, se identificó una mayor correlación entre la dureza, cloro, conductividad y alcalinidad con grupos taxonómicos específicos. Se concluye que existe correlación entre las características fisicoquímicas del agua y la composición y abundancia de los macroinvertebrados.

Sánchez (2018) el objetivo fue evaluar la calidad de agua, índices bióticos BMWP, ETP %, diversidad, riqueza, equidad, dominancia, la densidad y grupos tróficos de macroinvertebrados bentónicos en el río Colpamayo. La metodología se ubicó en el enfoque cuantitativo, nivel relacional y prospectivo, se tomaron muestra de agua y se analizaron los parámetros fisicoquímicos, se realizó una colecta e identificación de macroinvertebrados en los mismos puntos de muestreo. Los resultados indican la presencia de Chironomus sp (r) representaba el 11% aguas arriba, siendo indicador de contaminación orgánica, mientras que Tubifex sp, Psychoda sp y Chironomus sp (r) representaban el 93%, 4% y 1% respectivamente, aguas abajo, la calidad de agua dudosa con evidente contaminación, y 11 puntos, indicando una calidad de agua muy crítica y fuertemente contaminada. La riqueza total de EPT fue del 46%, clasificándose como aguas de calidad regular. En conclusión, los macroinvertebrados son buenos bioindicadores para evaluar la calidad del agua.

Santillán y Guerrero (2018) el estudio tuvo por objetivo evaluar la población de macroinvertebrados y fitoplancton como indicadores biológicos de contaminación en la cuenca del río Chicama. La metodología fue de enfoque cuantitativo, nivel relacional y prospectivo, se tomaron cuatro estaciones de muestreo y se utilizó el Trent Biotic Index y el Chandler Biotic Score para evaluar los macroinvertebrados, estableciendo una relación entre las variables



(abundancia de taxones) mediante el coeficiente de correlación de Spearman. Para evaluar el fitoplancton, se empleó el índice saprobio propuesto por Pantle y Buck. Además, se calcularon el índice de Shannon-Weaver (H') y el índice de Simpson (D'). Los resultados indican que la fauna bentónica estuvo compuesta por 24 géneros, 18 familias y 9 órdenes, siendo los más predominantes *Baetis sp.*, *Rhagovelia sp.* y *Atopsyche sp.* Por otro lado, el fitoplancton estuvo representado por diatomeas (Bacillariophyta) y especies de la clase Chlorophyta, con una mayor presencia, se determinó una calidad de agua de leve a moderada. Se concluye que los indicadores biológicos son eficientes para identificar la calidad del agua en el río Chicama.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

A nivel del mundo el problema de la calidad del agua, se atribuye básicamente a las actividades antrópicas, es así que alrededor de 2 millones de aguas residuales y otros efluentes contaminantes desembocan diariamente en diversos cuerpos de agua receptores, si bien la calidad del agua necesaria para cada uso humano varía, se reconoce que su evaluación debe ser permanente y considerar criterios fisicoquímicos, pero también los biológicos, sobre todo en aquellos recursos hídricos que cumplen un rol importante en la conservación de la vida. (Organización de las Naciones Unidas, 2020)

La situación de la calidad del agua en Latinoamérica, indica que en esta región, apenas el 20% de las aguas residuales reciben un tratamiento adecuado y el grado de contaminación de muchos cuerpos de agua naturales presentan un impacto negativo en su calidad, con las repercusiones negativas para las personas, puesto que aun con los esfuerzos de normatividad cada vez más exigente para el uso del agua, los procesos de contaminación son cada vez más frecuentes y con mayores impactos negativos para la vida de dichos cuerpos de agua. (Banco de Desarrollo de América Latina, 2020)

En el caso del Perú se tiene que la calidad ambiental de las aguas superficiales se encuentra afectada, puesto que es evidente que el crecimiento de la población de las ciudades ha producido un mayor deterioro ambiental del agua en las fuentes naturales, esto como producto del vertimiento de aguas residuales domésticas con tratamiento deficiente o sin ningún tratamiento previo, otro componente contaminante son las descargas constantes de otros tipos de efluentes residuales con alta carga contaminante, que provienen de pasivos ambientales históricos y actividades económicas. (MINAM, 2018)

En el caso de la región hidrográfica del Titicaca, se ha identificado que los cuerpos de agua de la misma, se hallan sometidas sobre todo a impactos provenientes de los pasivos ambientales mineros, muestra también una alteración por actividades agrícolas, ganaderas y también provenientes de la piscicultura que es una actividad extendida en esta cuenca, por tanto, la calidad del agua se ve afectada y debe evaluarse de forma continua en el tiempo. (MINAM, 2018)

En el caso específico de la laguna de Arapa, la misma presenta contaminación por aguas servidas, residuos sólidos, productos de agroquímicos y también por la actividad de crianza de truchas, lo cual se produce por las actividades del hombre, básicamente por los habitantes de los distritos de Arapa, Chupa, Samán, Taraco y centro poblado de Titihui, en la cuales no se cuentan con sistemas de tratamiento de aguas servidas, este impacto negativo viene afectando la calidad del agua y por tanto la biodiversidad de este cuerpo de agua. (Paredes, 2018)

Por lo cual el problema de investigación se centra en determinar cómo los parámetros fisicoquímicos del agua, como la temperatura, el pH, la concentración de oxígeno disuelto, la turbidez, entre otros, se relacionan con la presencia y diversidad de macroinvertebrados acuáticos en la Laguna Arapa, además, se busca establecer si los macroinvertebrados pueden utilizarse como indicadores de la calidad del agua en esta laguna en particular.

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

- ¿Cómo es la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, materia orgánica total y demanda química y bioquímica de oxígeno) en la laguna de Arapa?
- ¿Cuáles son los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa?
- ¿Cómo es la relación de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, materia orgánica total y demanda química y bioquímica de oxígeno) con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa?

2.3 Justificación

La investigación se justifica en el aspecto teórico, por la utilización de dos sistemas de evaluación de calidad del agua en medios naturales, el primero en base a los parámetros fisicoquímicos y el segundo mediante el uso de los macroinvertebrados como indicadores de dicha calidad (Verastegui, 2020), por tanto se busca incrementar el conocimiento sobre las relaciones intrínsecas entre ambas variables de evaluación, consolidando la teoría existente en el caso de lagunas altoandinas por sus particulares condiciones ambientales, en la búsqueda de integrar los componentes de la evaluación de la calidad del agua.

En el aspecto metodológico el estudio aporta un método tradicional de medición de la calidad de agua y otro que aún se halla en desarrollo, como es el uso de los macroinvertebrados como indicadores biológicos de dicha calidad, esto debido a que las condiciones particulares de los cuerpos de agua altoandinos, requieren un enfoque diferente a los ya conocidos índices de calidad basados en organismos vivos, partiendo de la suposición de que condiciones adecuadas y estables del agua en cuanto a sus parámetros fisicoquímicos permiten una mayor diversidad de organismos vivos (macroinvertebrados).

Desde el aspecto aplicado, el estudio busca relacionar dos variables de evaluación de calidad de agua en medios naturales, los cuales se podrían utilizar en posteriores evaluaciones en medios acuáticos similares y también en posteriores estudios temporales en la misma laguna de Arapa, se busca además integrar ambas variables mediante análisis multivariante que permita probar relaciones múltiples en términos integradores de componentes fisicoquímicos y biológicos (correlación canónica).

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

- Determinar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023.

2.4.2 Objetivos específicos

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) en la laguna de Arapa.
- Identificar los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa.
- Relacionar los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La relación es significativa entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, materia orgánica total y demanda química y bioquímica de oxígeno) superan los límites para ECA-4.
- Los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa, indican una mala calidad de agua según índice IBA.
- Los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, materia orgánica total y demanda química y bioquímica de oxígeno) se relacionan significativamente con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La laguna de Arapa se encuentra ubicada a una altitud de 3,820 msnm. al norte del lago Titicaca, en las coordenadas geográficas de 15°06' -15°13' LS; 69°53' - 70°07' LW, en cercanías de la desembocadura del río Ramis, en el distrito de Arapa y provincia de Azángaro. El área de esta laguna es de 133,2 km², con profundidad media de 23,4 y máxima de 66,9 m. (Dirección de infraestructura agraria y riego, 2020)

En esta laguna altoandina se han instalado jaulas flotantes para la crianza comercial de truchas, parte de las cuales abastecen la producción de una planta procesadora y enlatadora de truchas instalada en sus orillas. Las fluctuaciones del nivel del agua son de más de un metro, alcanza el nivel máximo entre noviembre y marzo, de tal manera que cuando sube el nivel del agua durante la época de lluvias se constituye en una extensión del lago Titicaca.

3.2 Población

Se considera el agua de la laguna Arapa como una población infinita, puesto que no es posible verificar el número de muestras que se pueden tomar el mismo dentro de la laguna (Otzen y Manterola, 2017).

3.3 Muestra

La muestra fue por tanto no probabilística por conveniencia, considerando que la muestra de agua contiene la cantidad suficiente para la realización del análisis de los parámetros fisicoquímicos y de la presencia de los macroinvertebrados, de la siguiente forma:

Tabla 1

Esquema de distribución de las muestras

Zona de muestreo	Coordenadas	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Total
Zona 1	383116.00 m E 8326188.00 m S	1	1	1	3
Zona 2	384125.00 m E 8326927.00 m S	1	1	1	3
Zona 3	385344.00 m E 8328011.00 m S	1	1	1	3
Zona 4	391327.00 m E 8324510.00 m S	1	1	1	3
Zona 5	393622.00 m E 8322771.00 m S	1	1	1	3
Total		5	5	5	15

Nota. Zona 19L.

Figura 7

Lugar de estudio laguna Arapa (Fuente: Google Earth)

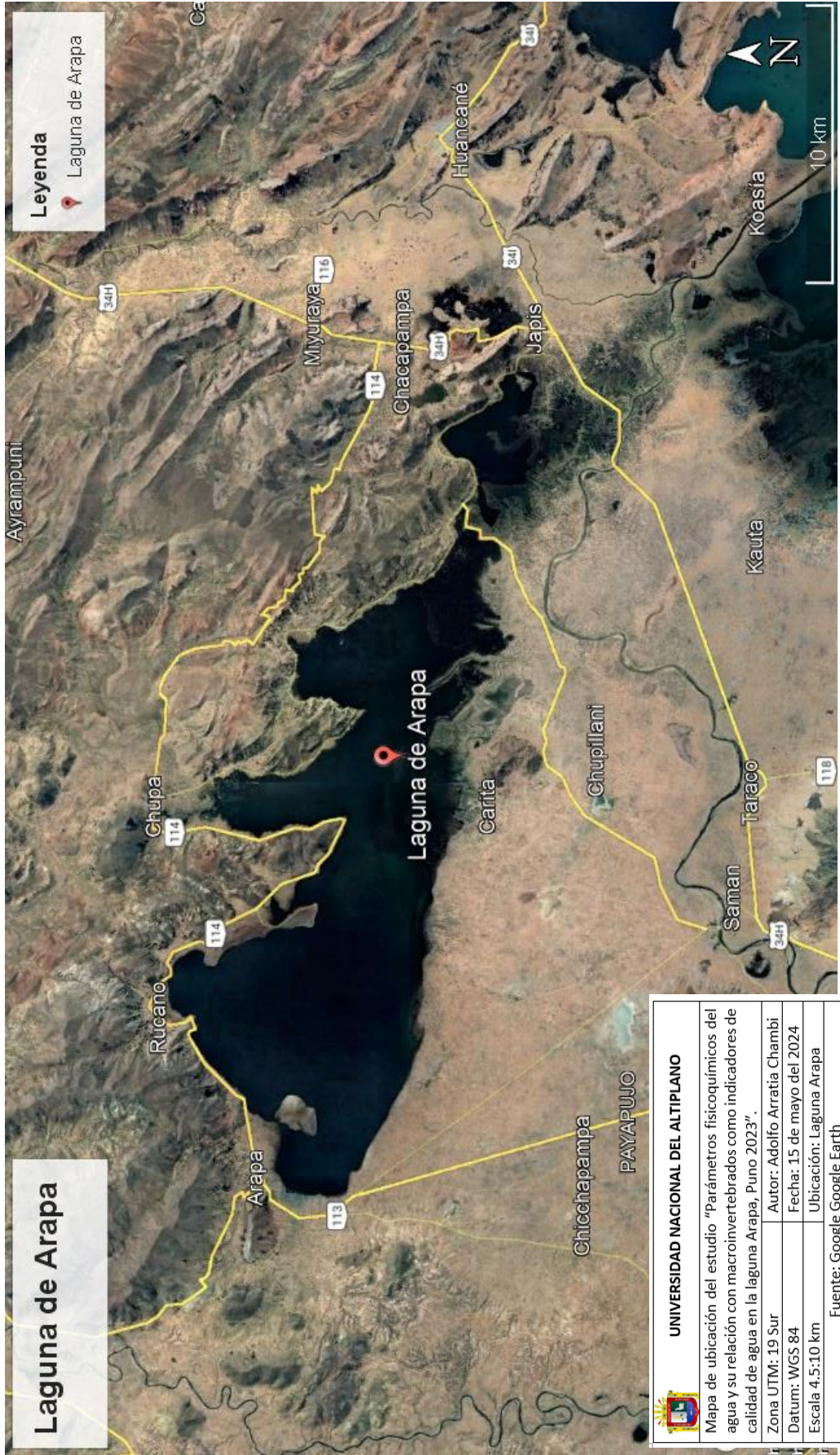
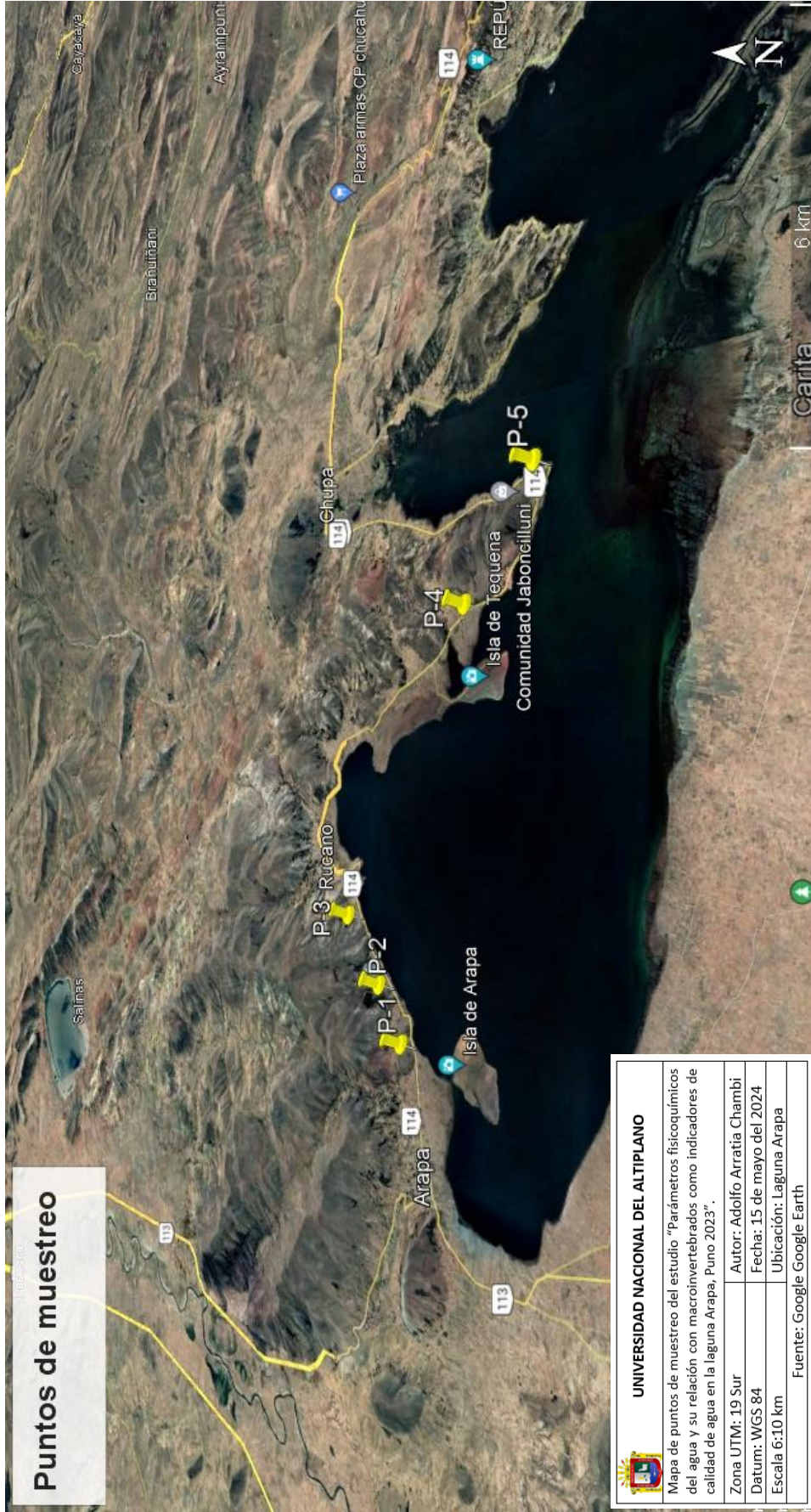


Figura 8

Puntos de muestreo en la laguna Arapa (Fuente: Google Earth)



Entonces se tomaron 15 muestras de agua, las cuales fueron procesadas para la medición de los parámetros fisicoquímicos, en el mismo lugar se realizó la colecta de los macroinvertebrados.

3.4 Método de investigación

La investigación fue descriptiva, puesto que no se modificó la variable de estudio, sino que se recogió la información tal y como se encontraba al momento de la toma de muestras y sus análisis respectivos.

3.5 Descripción detallada de los métodos por objetivos

3.5.1 Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico

Para la ejecución de la toma de muestras de agua, se consideró como referencia el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales establecido por la Autoridad Nacional del Agua, especificado en la R. N° 010-2016-ANA, para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

- Inicialmente la persona encargada de la toma de muestras se colocó de forma adecuada los equipos de protección personal, es decir los guantes, casco y mascarilla, para que la calidad de la muestra sea la requerida y además de la prevención de algún accidente.
- Luego se identificaron los puntos de muestreo, para ello se utilizó un equipo GPS para su georreferenciaron.
- En el mismo lugar se tomó una muestra de 1000 ml en un envase de primer uso y con las especificaciones técnicas adecuadas, antes de tomar la misma se realizó el enjuague del envase por dos veces.
- Los envases fueron rotulados para luego colocarlos en un cooler transportador con una temperatura adecuada para la conservación de las muestras de agua, y su posterior envío al laboratorio para su análisis respectivo.

3.5.2 Toma de muestras e identificación de macroinvertebrados

Se aplicó el método de colecta de organismos acuáticos, mediante el uso de una Red D-Net para monitoreo (Niño de Guzman, 2018). Se siguieron los siguientes pasos:

- La persona encargada se colocó los equipos de protección personal.
- En el mismo punto donde se tomó la muestra de agua, se colectaron los macroinvertebrados con la Red D-Net, para lo cual se realizaron movimientos horizontales y de ser necesario se removieron los sedimentos y algas.
- Al retirar la Red D-Net, fuera del agua, se volcó todo el contenido en una bandeja blanca, la cual fue traspasada a un frasco debidamente rotulado.
- Con una pinza entomológica, se tomaron los macro invertebrados de forma individual, de ser necesario se realizó un lavado con una piseta de agua destilada (Sánchez, 2018).
- Todos los individuos separados de la muestra original, fueron conservados en un frasco con alcohol al 70% de concentración.
- La identificación de los especímenes se realizó con el apoyo de un profesional en biología, mediante la utilización de claves taxonómicas dicotómicas (Tarrillo, 2020).

3.5.3 Análisis de laboratorio

Los análisis de los parámetros fisicoquímicos, que se midieron en laboratorio, fueron el contenido de oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), para lo cual se solicitó los servicios del laboratorio BHIOS y del laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L.

3.5.4 Equipos y materiales

Se utilizaron los siguientes equipos:

- GPS (sistema de posicionamiento global): se utilizó para georreferenciar los puntos de toma de las muestras de agua y de los macroinvertebrados.
- Equipo multiparámetro: fue utilizado para la medición de los parámetros fisicoquímicos del agua, como pH, temperatura.
- Cámara fotográfica digital: se utilizó para tomar imágenes de los puntos de muestreo.
- Lupa de mano de 10X: se utilizó para la identificación de los macroinvertebrados en sus principales formas y características.

- Microscopio estereoscopio: Se utilizó para identificar los macroinvertebrados en características de menor tamaño y mayor detalle de estructuras.
- Red D-net: Se utilizó para capturar los macroinvertebrados en el medio acuático.

Los materiales fueron los siguientes:

- Cooler de transporte: fue utilizado para mantener la temperatura de las muestras de agua.
- Bandejas de plástico color blanco: para realizar la individualización de los especímenes de macroinvertebrados.
- Pinzas entomológicas: se utilizaron para aislar individuos de macroinvertebrados que se hallaban en algas, sedimentos y otros.
- Frascos de diferentes tamaños: para aislar los individuos de macroinvertebrados según orden taxonómico.

3.5.5 Aplicación de prueba estadística inferencial

Para realizar el análisis estadístico inferencial se aplicó, las pruebas de correlación, tanto a nivel bivariado como multivariado, para el primer caso se utilizó la correlación lineal de Pearson y en el segundo la correlación canónica, la cual corresponde al análisis multivariante, ambas se aplicaron con un nivel de 95% de confianza $\alpha=0.05$. (Walpole et al., 2012)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En esta primera sección, se muestran los resultados para los parámetros fisicoquímicos del agua.

Tabla 2*Temperatura del agua en la laguna de Arapa, 2023*

Puntos de muestreo	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	19,80	18,40	18,40	19,00	19,00
Máximo	20,50	19,50	19,90	19,70	19,50
Media	20,17	18,87	19,17	19,40	19,17
D.E.	0,35	0,57	0,75	0,36	0,29

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 2 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la temperatura del agua presentó el valor mínimo de 18,40 °C para los puntos P2 y P3, mientras que la máxima temperatura fue registrada para el P1 con 20,50 °C, respecto a la media se tiene que la temperatura fue de 20,17 °C en el P1 que corresponde a la zona más cercana a la isla de Arapa, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de un grado de desviación.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones de temperatura se hallan dentro de los valores normales propios para la estación de primavera (mes de setiembre) en donde se tomaron las muestras de agua.

Tabla 3

pH del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Puntos de muestreo	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	9,00	8,28	8,35	8,20	8,64
Máximo	9,12	8,52	8,62	8,40	8,74
Media	9,04	8,44	8,52	8,32	8,67
D.E.	0,07	0,14	0,15	0,11	0,06

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 3 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que el pH del agua presentó el valor mínimo de 8,20 unidades para el punto P4, mientras que el máximo valor de pH del agua fue registrada para el P1 con 9,12 unidades, respecto a la media se tiene que el pH fue también en el P1 con 9,04 unidades que corresponde a la zona más cercana a la isla de Arapa, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de una unidad.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones de pH en las cinco muestras se hallan dentro de los valores normales, excepto para una muestra en el P1 que registró un valor de 9.12 unidades como se observa en la figura respectiva.

Tabla 4

Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	850,00	870,00	890,00	900,00	895,00
Máximo	890,00	890,00	916,00	920,00	915,00
Media	871,67	882,67	905,33	906,67	903,33
D.E.	20,21	11,02	13,61	11,55	10,41

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 4 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la conductividad eléctrica del agua presentó el valor mínimo de 850 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para el punto P1, mientras que el máximo valor de conductividad eléctrica del agua fue registrada para el P4 con 920 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respecto a la media se tiene que dicha conductividad fue mayor para el P4 con 920 $\mu\text{S}/\text{cm}$ que corresponde a la zona más cercana a la isla de Tequena, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron entre 20.21 a 10.41 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones de la conductividad eléctrica en las cinco muestras se hallan dentro de los valores normales, por lo que no existe afectación de este parámetro como se observa en la figura respectiva.

Tabla 5

Turbidez (NTU) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	2,70	2,45	2,28	2,67	6,00
Máximo	2,98	3,13	2,98	2,75	6,64
Media	2,87	2,86	2,63	2,72	6,31
D.E.	0,15	0,36	0,35	0,05	0,32

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 5 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la turbidez del agua presentó el valor mínimo de 2.28 NTU para el punto P3, mientras que el máximo valor de turbidez del agua fue registrada para el P5 con 6,64 NTU, respecto a la media se tiene que dicha turbidez fue mayor para el P5 con 6,31 NTU que corresponde a la zona más cercana a la comunidad de Jaboncilluni, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de una unidad de NTU.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones de la conductividad eléctrica no muestran afectación en cuatro de los puntos que se hallan dentro de los valores normales, mientras que para el P5 si excede el valor de referencia

indicando una turbidez por encima de dicho límite como se observa en la figura respectiva.

Tabla 6

Oxígeno disuelto (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	2,60	2,24	2,32	2,42	1,53
Máximo	2,78	2,33	2,48	2,58	1,67
Media	2,71	2,28	2,38	2,52	1,61
D.E.	0,10	0,05	0,09	0,09	0,07

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 6 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que el oxígeno disuelto del agua presentó el valor mínimo de $1,53 \text{ mgL}^{-1}$ para el punto P5, mientras que el máximo valor de oxígeno disuelto del agua fue registrada para el P1 con $2,78 \text{ mgL}^{-1}$, respecto a la media se tiene que el oxígeno fue mayor para el P1 con $2,71 \text{ mgL}^{-1}$ que corresponde a la zona más cercana a la isla de Arapa, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de un miligramo por litro de oxígeno.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones del contenido de oxígeno disuelto muestran afectación importante para todos los puntos, puesto que se hallan por debajo de los 5 mgL^{-1} que es valor de referencia, lo cual se atribuye a que las muestras fueron superficiales y con un bajo nivel de agua.

Tabla 7

Materia orgánica (mgL⁻¹) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	14,00	15,00	10,00	10,00	15,00
Máximo	28,00	20,00	15,00	29,00	24,00
Media	20,00	17,67	12,67	20,00	19,67
D.E.	7,21	2,52	2,52	9,54	4,51

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 7 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la materia orgánica del agua presentó el valor mínimo de 10 mgL⁻¹ para los puntos P3 y P4 respectivamente, mientras que el máximo valor de materia orgánica fue registrada para el P4 con 29 mgL⁻¹, respecto a la media se tiene que la materia orgánica fue mayor para el P1 y P4 con 20 mgL⁻¹, este último cercano a la isla de Tequeña, sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de 10 miligramos por litro de materia orgánica.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones del contenido de materia orgánica no se hallan especificados para dicha categoría, sin embargo, se conoce que 20 mgL⁻¹ es un valor aceptable, por lo que los valores observables se hallan dentro de ese rango permisible.

Tabla 8

Demanda bioquímica de oxígeno (mgL⁻¹) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Máximo	3,00	6,00	3,00	4,00	5,00
Media	2,33	3,00	2,00	2,33	2,67
D.E.	1,15	2,65	1,00	1,53	2,08

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 8 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) del agua presentó el valor mínimo de 1 mgL^{-1} para la totalidad de los puntos de muestreo, mientras que el máximo valor de DBO se identificó para el P2 con 6 mgL^{-1} , respecto a la media se tiene que la DBO fue mayor para el P2 con 3 mgL^{-1} , sin embargo en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, como se observa en las desviaciones estándar que para todos los casos estuvieron por debajo de 3 miligramos por litro de DBO.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones del contenido de DBO que es de 5 mgL^{-1} como valor de referencia, se observa que una muestra en el P2 presentó el valor de 6 mgL^{-1} , mientras que todos los puntos restantes estuvieron por debajo de dicho valor.

Tabla 9

Demanda química de oxígeno (mgL^{-1}) del agua en cinco puntos de la laguna de Arapa, 2023

Estadístico	P1	P2	P3	P4	P5
N	3	3	3	3	3
Mínimo	16,00	17,00	12,00	12,00	13,00
Máximo	48,00	23,00	20,00	26,00	23,00
Media	30,33	20,33	16,33	19,00	19,00
D.E.	16,26	3,06	4,04	7,00	5,29

Nota. Análisis de laboratorio.

En la Tabla 9 se exponen los resultados del análisis de laboratorio, se determinó que la demanda química de oxígeno (DQO) del agua presentó el valor mínimo de 12 mgL^{-1} para los puntos P3 y P4, mientras que el máximo valor de DQO se identificó para el P1 con 8 mgL^{-1} , respecto a la media se tiene que la DQO fue mayor para el P1 con $30,33 \text{ mgL}^{-1}$, sin embargo, en el resto de puntos de muestreo no se apreciaron variaciones importantes de este parámetro, pero si una desviación considerable para el P1.

Respecto al estándar de calidad de agua ECA-4, se tiene que las variaciones del contenido de DQO que es de 40 mgL^{-1} como valor de referencia, se observa que una muestra en el P1 presentó el valor de 48 mgL^{-1} , mientras que todos los puntos restantes estuvieron por debajo de dicho valor.

En un estudio sobre medición de parámetros fisicoquímicos de agua se obtuvo que únicamente la conductividad eléctrica presentó valores por encima de lo recomendado Canales et al. (2022), mientras que en el presente estudio dicho parámetro no estuvo alterado, por lo que las condiciones propias de cada cuerpo de agua determinan su calidad.

Respecto a los parámetros que sí presentaron valores por encima o por debajo de lo recomendado según el ECA-4, se tiene que el pH elevado se presenta por presencia de iones hidroxilo y es considerada básica, en general cuando el pH tiende a la alcalinidad (valores por encima de 8,5) se atribuye básicamente a la actividad de los microorganismos que participan en el ciclo del dióxido de carbono, como es el caso de los moluscos y bivalvos que liberan cantidades importantes de carbonatos cuando mueren (Centurión y Mendez, 2018), esto explica los resultados del presente estudio en donde se halló en un punto una muestra con un pH elevado.

La turbidez fue otro parámetro fisicoquímico del agua que presentó un valor elevado en un punto de muestreo, por tanto, se evidencia que en dicho lugar existe diferentes partículas suspendidas, las cuales provocan que la luz se disperse y no se transmita a través de dicha suspensión, dichos sólidos dispersos y las partículas en suspensión en el agua turbia, pueden ser indicadores de alguna forma de contaminación por contenido orgánico y microbiológico (Chibinda et al., 2017), por lo cual es un indicador de que en esta zona de la laguna de Arapa se tiene un indicador de un proceso inicial de contaminación del agua.

Así mismo el oxígeno disuelto estuvo por debajo del valor establecido para todos los puntos de muestreo, lo cual se atribuye a que las muestras fueron de agua superficial, considerando que el oxígeno disuelto del agua tiene su origen en el intercambio con la atmósfera, puesto que al entrar en contacto el aire con el agua, el oxígeno se difunde en el agua hasta conseguir un balance de presión entre ambos, también parte del oxígeno del agua se debe al proceso de la fotosíntesis, la cual proviene de la actividad de las plantas acuáticas y algas, el factor que explica esta bajo nivel de oxígeno es que su solubilidad tiende a disminuir cuando la temperatura se incrementa, también disminuye cuando existe un proceso de eutrofización de un cuerpo de agua con el crecimiento desmedido de algas, plantas acuáticas y con elevadas concentraciones de materia orgánica (Apolinario y Araujo, 2018), de lo observado en el ámbito de estudio se indica que la temperatura fue

el factor relacionado, puesto que las muestras fueron tomadas de forma superficial y por ende la temperatura del agua fue elevada.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) fue otro parámetro que presentó un valor por encima de lo señalado en el ECA-4 para un punto de muestreo, esto indica que la cantidad de oxígeno que es consumida en el proceso de degradación bioquímica de la materia orgánica, la cual se produce por procesos biológicos aerobios (por bacterias y protozoarios), esto se produce porque los niveles de oxígeno disueltos son bajos, puesto que las bacterias están consumiendo ese oxígeno en una gran cantidad, cuando esto sucede es un claro indicador de una mala calidad del agua (Organización de las Naciones Unidas, 2020), por lo que para este punto P2 se viene produciendo un proceso inicial de eutrofización.

La demanda química de oxígeno (DQO) fue otro parámetro que al menos en un punto de muestreo evidenció un valor elevado, considerando que representa la cantidad de oxígeno requerido para oxidar químicamente la materia orgánica presente a través de procesos químicos (Yumbo et al., 2018), por tanto, se evidencia los inicios de un proceso de contaminación orgánica.

La DQO se refiere a la cantidad de sustancias químicas presentes en una muestra que tienen la capacidad de consumir oxígeno durante una reacción química controlada, esta medición se utiliza comúnmente en el análisis de agua para evaluar la carga de contaminación orgánica (Echeverría et al., 2021), por lo tanto, se identifica que, en este punto de muestreo en particular, se viene produciendo una etapa inicial de contaminación orgánica.

Tabla 10

Macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa

Puntos	Daphniidae	Hirudinidae	Planorbidae	Hyaellidae	Notonectidae	Aeshnidae	Sphaeriidae	Chironomidae	Tipulidae
P1	22	4	0	13	11	1	1	5	5
P2	24	4	0	24	17	1	0	5	4
P3	28	0	1	32	11	1	1	7	4
P4	17	3	1	11	10	1	2	0	10
P5	12	4	1	11	12	1	0	4	3

Nota. Muestreo de macroinvertebrados.



En la Tabla 10 y Figura 9 se muestran los resultados de los muestreos de macroinvertebrados en los cinco puntos de muestreo en la laguna Arapa, se tiene que la familia con mayor abundancia fue Daphniidae conocidas también como pulgas de agua, que es una familia cosmopolita y de amplia distribución en lagunas altoandinas, la segunda familia con mayor abundancia fue Hyalellidae conformado por los denominados camaroncillos, en tercer lugar se ubica la familia Notonectidae que son insectos acuáticos también de amplia distribución. Mientras que las especies con menor abundancia fueron Sphaeriidae que son moluscos bivalvos de agua dulce y característicos de aguas limpias.

Tabla 11

Índice de calidad de agua por macroinvertebrados en muestras de agua en la laguna de Arapa

	Punto 1		Punto 2		Punto 3		Punto 4		Punto 5	
Familia	Puntaje	Familia	Puntaje	Familia	Puntaje	Familia	Puntaje	Familia	Puntaje	Puntaje
Hirudiniidae	3	Hirudiniidae	3	Planorbidae	3	Planorbidae	3	Hirudiniidae	3	3
Hyalellidae	6	Hyalellidae	6	Hyalellidae	6	Hyalellidae	6	Planorbidae	6	3
Notonectidae	5	Notonectidae	5	Notonectidae	5	Notonectidae	5	Hyalellidae	5	6
Aeshnidae	6	Aeshnidae	6	Aeshnidae	6	Aeshnidae	6	Notonectidae	6	5
Sphaeriidae	3	Chironomidae	2	Sphaeriidae	3	Sphaeriidae	3	Aeshnidae	3	6
Chironomidae	2	Tipulidae	5	Chironomidae	2	Tipulidae	5	Chironomidae	5	2
Tipulidae	5	Tipulidae	5	Tipulidae	5	Tipulidae	5	Tipulidae	5	5
Total	30		27		30		28		30	
Calificación	Moderado		Moderado		Moderado		Moderado		Moderado	

Nota. Muestreo de macroinvertebrados e índice ABL.

En la Tabla 11 se muestran las ponderaciones para la obtención del índice biótico andino (ABI), este índice presenta ponderaciones elevadas para familias de macroinvertebrados menos tolerantes a la contaminación de aguas, es así que por ejemplo Hyalellidae tiene el valor de 6, así como Aeshnidae también con valor de 6, las cuales son familias características de medios acuáticos en buen estado de calidad de agua, mientras que especies tolerantes a la contaminación como es Hirudinidae tiene una ponderación menor de 3, así también como Chironomidae con 2 puntos, ambas familias reconocidas como tolerantes a medios acuáticos contaminados o con algún nivel del mismo.

Realizando los cálculos respectivos para las familias identificadas en cada punto de muestreo en la laguna Arapa, se tiene que la totalidad de los mismos se ubican en la calificación de aguas con moderada calidad, si bien los puntajes fueron desde los 27 a 30 puntos.

Al respecto un estudio reporta que la familia Chironomidae fue la más frecuente dentro de los macroinvertebrados hallados, enfatizando que la misma es un claro indicador biológico de una calidad del agua “crítica a dudosa”, se relaciona con una evidente perturbación del medio acuático por aguas servidas provenientes de la población circundante, en el presente estudio también se reporta la presencia de esta familia, sin embargo, no fue la más abundante. Mientras que Escandón y Cáceres (2022) reporta un número mayor de familias de macroinvertebrados a las halladas en el presente estudio, lo cual se explica por la ubicación geográfica, pero también porque las condiciones de dicho estudio indicaron aguas de buena calidad, lo que permite una mayor diversidad de organismos en dicho medio.

Así mismo García y Endara (2020) en su estudio señala que la familia Chironomidae fue la más abundante con 80% de la abundancia, claro indicador de que el medio acuático evaluado presenta en un rango de malo a moderado, por lo que se corresponde con el indicador biológico de contaminación. Mientras que Machado et al. (2018) indica que en su estudio el estado de calidad ecológica fue moderada, con bioindicadores frecuentes de la familia Leptophlebiidae.

También Ortiz et al. (2017) señalan que la calidad de agua se encuentra como extremadamente contaminado, la familia Chironomidae fue la más abundante debido a ser tolerante a diferentes grados de contaminación, confirmando que como se ha indicado en el presente estudio, este díptero se halla presente en medios acuáticos en procesos

iniciales de contaminación. Así también Pontón (2018) señala que en la microcuenca de estudio se halla en categoría "crítica" y "muy crítica", las familias de macroinvertebrados dominantes fueron los oligoquetos y los quironomidos, indicadores de una mala calidad del agua, como también se indica para el presente estudio.

En concordancia con lo señalado Alomía et al. (2017) establecen que las familias Chironomidae y Baetidae, se hallan presentes en medios acuáticos con un cierto grado de perturbación. Al respecto Jauregui (2019) obtuvo un número mayor de familias presentes en un medio acuático calificado como de aceptable calidad, lo que indica que una mayor diversidad de macroinvertebrados es indicador de aguas en buen estado.

Tabla 12

Correlación canónica entre los parámetros fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua

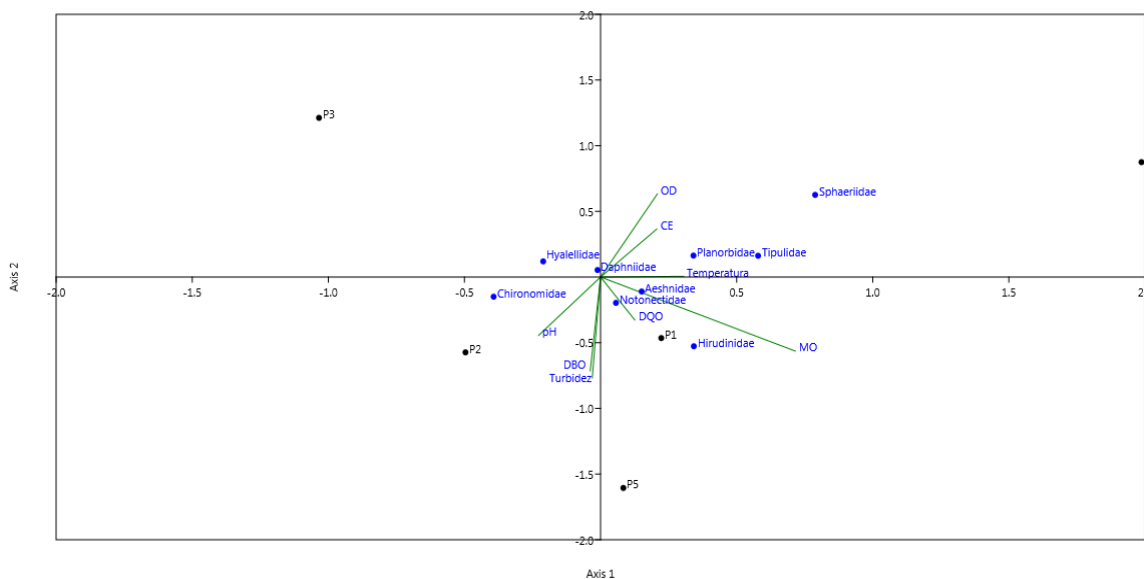
Ejes	Eigenvalue	% explicado	% acumulado
1	0,063516	56,96	49,05
2	0,033345	29,9	86,86
3	0,009463	8,487	95,347
4	0,005185	4,65	99,997

En la Tabla 12 se muestran los resultados del análisis de correlación canónica, este método estadístico multivariado de ordenación, permitió reducir tanto los factores fisicoquímicos del agua así como la composición de macroinvertebrados, es así que se observa que los ejes generados explican esta relación en el 56,96% con el primero, mientras que el segundo 29,9% y el tercero 8,487%, que acumulados estos tres ejes, explican el 95,347% de la relación observada, de lo cual se interpreta que sí existe relación entre ambos factores.

Los ejes factoriales permitieron resumir la contribución de cada variable, sin embargo, no todos presentan un porcentaje similar, para lo cual se procede a graficarlos y explicarlos.

Figura 9

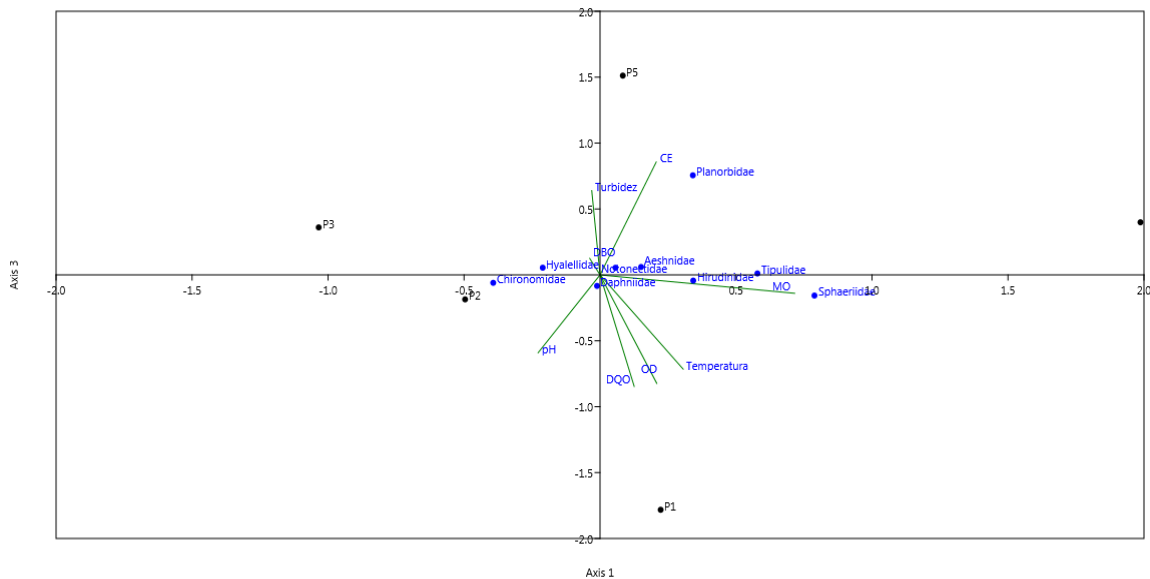
Correlación canónica para eje 1 y 2 entre los parámetros de calidad de agua fisicoquímicos con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua



La Figura 9, muestra el primer plano, se observa que la familia Chironomidae se presenta relacionado a los parámetros de DBO y turbidez, indicando que como se conoce esta familia de dípteros presenta tolerancia y se adapta a medios acuáticos con turbidez y DBO relativamente elevadas, mientras que Sphaeriidae propio de aguas limpias, se halla relacionado al oxígeno disuelto, mientras que Hirudinidae está relacionado con la DQO relativamente elevadas y por tanto se adapta a condiciones iniciales y medias de contaminación.

Figura 10

Correlación canónica para eje 1 y 3 entre los parámetros fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua



En la Figura 10 muestra el segundo plano, se observa que Daphniidae presenta una relación negativa con la turbidez del agua, mientras que Hirudinidae se muestra relacionado de forma positiva con la DBO y materia orgánica, puesto que se conoce que esta familia es tolerante a procesos iniciales de eutrofización, también se observa que Aeshnidae está relacionado negativamente con la DBO, puesto que se conoce que esta familia es representativa de aguas limpias.

Tabla 13

Matriz de correlación entre los parámetros de calidad de agua fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua

Variables	Daphniidae	Hirudiniidae	Planorbidae	Hyalellidae	Notonectidae	Aeshnidae	Sphaeriidae	Chironomidae	Tipulidae
Temperatura	-0,231	-0,024	-0,372	-0,315	-0,449	0,046	0,262	-0,313	0,234
pH	0,031	0,253	-0,374	-0,299	-0,204	0,088	0,141	0,160	-0,417
CE	-0,201	-0,155	0,264	0,004	-0,338	0,375	-0,027	-0,191	0,254
Turbidez	-0,589	0,312	0,179	-0,389	0,010	0,042	-0,256	-0,031	-0,453
OD	0,429	-0,271	-0,245	0,158	-0,104	-0,066	0,399	-0,072	0,525
MO	-0,110	0,492	-0,181	-0,383	-0,022	0,014	0,181	0,028	0,354
DBO	0,182	0,526	-0,263	-0,029	0,688	-0,653	-0,194	0,327	-0,269
DQO	0,241	0,468	-0,258	-0,200	0,059	-0,257	-0,047	0,324	-0,011

Nota. En negritas las correlaciones significativas ($p < 0.05$).

En la Tabla 13 se presentan las correlaciones bivariadas entre los parámetros fisicoquímicos del agua y las familias de macroinvertebrados, se obtuvo que cuatro presentaron significancia estadística, donde la familia Daphniidae se halla relacionada negativamente con la turbidez ($r=-0,589$), la familia Hirudinidae se encuentra positivamente relacionado con la DBO, la familia Notonectidae está relacionado positivamente con la DBO y la familia Aeshnidae relacionado negativamente con la DBO.

De los resultados del análisis de correlación se identifica que existen especies indicadoras de procesos de contaminación como es el caso reconocido de las familias Chironomidae e Hirudinidae, mientras que otras son indicadoras de aguas limpias como son Aeshnidae y Sphaeriidae.

Tabla 14

Matriz de identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos (IPER)

Riesgo	ID	Probabilidad	Impacto	Tipo de riesgo (I*P)
Impacto en la salud humana	D1	1	1	1
Afectación a la vida acuática	D2	2	2	4
Eutrofización	D3	3	3	9
Impacto en la economía local	D4	2	2	4
Impacto en la calidad de agua	D5	4	4	16
Impacto en los sedimentos	D6	3	3	9

Nota. D1, D2, D3, D4, D5 y D6 son identificadores de riesgos en el ámbito de estudio.

Tabla 15

Matriz de evaluación de los riesgos (IPER) en la laguna Arapa, 2024

			Severidad				
			Mínima	Leve	Moderado	Mayor	Muy alto
			1	2	3	4	5
Probabilidad	Muy probable	5	5	10	15	20	25
	Probable	4	4	8	12	16	20
	Puede suceder	3	3	6	9	12	15
	Baja probabilidad	2	2	4	6	8	10
	Escasa	1	1	2	3	4	5

Leyenda	
>12	Critico
Entre 5 y 12	Moderado
Entre 1 y 4	Sostenible

Figura 11

Mapa de riesgo de calidad de agua según parámetros fisicoquímicos



En la Tabla 14 y Figura 11 se muestra la matriz de los peligros y evaluación de riesgos, se identificaron ocho riesgos que se pueden presentar, entre ellos se destaca el impacto en la calidad de agua con un tipo de riesgo de 16 puntos, considerando que el agua en los puntos de muestreo presentó algunos parámetros fisicoquímicos por encima de los límites permisibles, en segundo lugar de importancia se tiene al proceso de eutrofización, considerando que en la laguna Arapa se viene realizando la crianza de trucha en jaulas flotantes, además de existir evacuación de aguas servidas en zonas puntuales, así también el impacto en los sedimentos fue otro riesgo considerado, puesto que el fondo se ve alterado por la actividad de crianza de truchas.

Según los riesgos observados por los parámetros fisicoquímicos del agua, se tiene que el P-1 presenta el pH y la DQO alterados, el P-2 presenta un DBO elevada y el P-5 una turbidez elevada, los restantes puntos no presentaron ninguna alteración de dichos parámetros.

4.2 Discusión

Al respecto Santillán y Guerrero (2018) concluyeron que los indicadores biológicos son eficientes para identificar la calidad del agua en el río Chicama, básicamente los macroinvertebrados cumplen ese rol de forma efectiva. Así también lo señala Sánchez (2018) quien indica que los macroinvertebrados son buenos bioindicadores para evaluar la calidad del agua, además que se encuentra relacionados con los parámetros fisicoquímicos del agua, como también se ha señalado en el presente estudio.

En este mismo sentido Ochoa (2020) identificó una mayor correlación entre la dureza, cloro, conductividad y alcalinidad con grupos taxonómicos específicos, concluye que existe correlación entre las características fisicoquímicas del agua y la composición y abundancia de los macroinvertebrados, así también fue señalado en este estudio, puesto que la calidad del agua determina la diversidad de estos macroinvertebrados. Así también lo indica Leiva (2018) quien sostiene que existe relación significativa entre los parámetros fisicoquímicos y la presencia de macroinvertebrados.

De manera similar Jauregui (2019) arriba a la conclusión que los indicadores fisicoquímicos del agua se relacionan con los índices de calidad de agua, considerando la distribución y abundancia de los macroinvertebrados. También Chauca (2022) concluye



que tanto los parámetros fisicoquímicos del agua como los macroinvertebrados son buenos indicadores de la calidad del agua, que concuerda y refuerza los resultados del presente estudio, en donde no se indica que uno de los dos sea un mejor indicador de la calidad del agua, sino que ambos se complementa en un diagnostico efectivo.

Así mismo Rincón et al. (2021) señalan que el análisis de correspondencia canónica indica una asociación entre ciertas familias de macroinvertebrados acuáticos y el oxígeno disuelto y pH, concluye que existe correlación entre los análisis fisicoquímicos y los biológicos para la calidad de agua, lo cual es concordante con los resultados reportados en la presente investigación, pues se ha demostrado la existencia de dicha relación mediante el uso de técnicas estadísticas robustas.

Finalmente, Pontón (2018) enfatiza que tanto la evaluación fisicoquímica como la de macroinvertebrados se relacionan, indicando una mala calidad de agua en la microcuenca de estudio, por tanto, la complementariedad tanto del uso de los parámetros fisicoquímicos del agua, así como los bioindicadores, son técnicas de diagnóstico válidas para medir la calidad del agua.

CONCLUSIONES

- La evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua en la laguna de Arapa, según el ECA-4, señalan que la temperatura se halla dentro de lo normal, el pH superó el valor de referencia en una muestra del punto P1 cercano a la isla Arapa, la conductividad eléctrica se halla dentro de lo normal, la turbidez estuvo por encima del valor de referencia para el P5 cerca a la comunidad Jaboncilluni, el oxígeno disuelto estuvo por debajo del valor establecido para todos los puntos de muestreo, atribuible a que las muestras fueron de agua superficial, el contenido de materia orgánica estuvo dentro del rango normal, la DBO tuvo una muestra que superó el valor de referencia en el P2, la DQO presentó una muestra del punto P1 por encima de lo establecido, zona cercana a la isla Arapa.
- Las familias de macroinvertebrados presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa, fueron Daphniidae, Hirudinidae, Planorbidae, Hyalellidae, Notonectidae, Aeshnidae, Sphaeriidae, Chironomidae, Tipulidae, los cuales presentaron abundancias diferentes y entre ellos se tiene indicadores de aguas en proceso de inicio de contaminación y otras propias de aguas limpias, en general los cinco puntos de muestreo según el índice ABI se hallan en la categoría de contaminación moderada.
- Se determinó la existencia de relación estadística entre los parámetros fisicoquímicos del agua con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, se destaca la familia Daphniidae relacionada negativamente con la turbidez ($r=-0.589$), la familia Hirudinidae está positivamente relacionado con la DBO ($r=0.526$) siendo tolerante a menores concentraciones de oxígeno, de la misma forma la familia Notonectidae está relacionado positivamente con la DBO ($r=0,688$) y la familia Aeshnidae relacionado negativamente con la DBO ($r=-0,653$), siendo poco tolerante a bajos niveles de oxígeno. Según el D.S. 004-2017 MINAM para el ECA-4 se tiene tres puntos de muestreo con mala calidad de agua (P-1, P-2 y P-5), al haber presentado al menos un parámetro por encima de los establecido en dichos estándares, presentando según el IPER un riesgo básicamente de impacto en la calidad de agua.



RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones para generar un índice de calidad ambiental considerando macroinvertebrados para el lago Titicaca, considerando sus particularidades como una cuenca endorreica y singular biodiversidad.
- Considerar las estaciones climáticas como son época de lluvia y estiaje en las evaluaciones de calidad de aguas, puesto que existen variaciones de las comunidades de macroinvertebrados según dichas épocas.
- Desarrollar protocolos orientados al uso de macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en diferentes medios acuáticos como lagos, lagunas y ríos en la región sur del Perú.

BIBLIOGRAFÍA

- Alba, J. (1994). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. *IV Simposio del Agua en Andalucía*, 61(4), 375-383. <https://doi.org/10.1080/11250009409355910>
- Alcántara, J., y Huaman, J. (2020). *Determinación de macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad del agua para uso recreacional en la parte alta del río Cumbaza* [Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2038>
- Alomía, J., Iannacone, J., Alvariño, L., y Ventura, K. (2017). Benthic macroinvertebrates for assessing water quality of the high river basin of the Huallaga river, Perú. *The Biologist*, 1(2), 65-84. <https://doi.org/10.24039/rb2017151144>
- Alonso, J. A. (2018). *Índice milimétrico basado en macroinvertebrados acuáticos para evaluar la calidad de las aguas en arroyos del sur del departamento de Itapúa* [Universidad Nacional de Itapúa]. <https://repositorio.conacyt.gov.py/handle/20.500.14066/3140>
- Apolinario, B., y Araujo, M. (2018). *Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distrito de Calleria y Yarinacocha, Provincia Coronel Portillo, Departamento Ucayali, 2017*. Universidad Nacional de Ucayali. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3567>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (2020). *La paradoja de la escasez de agua en América Latina*. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2017/07/la-paradoja-de-la-escasez-de-agua-en-america-latina/>
- Burgos, C., Lafont, K., y Estrada, P. A. (2019). Análisis comparativo de indicadores de la calidad del agua del río Sinú municipio de Montería, Córdoba. *Modum*, 1(2), 55-64. http://revistas.sena.edu.co/index.php/Re_Mo/article/view/1650/1778
- Canales, H., Cabrera, C., y Arana, J. (2022). Aquatic macroinvertebrates and water quality in the Ventanilla Wetlands Regional Conservation Area, Callao. *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 25(49), 295-301. <https://doi.org/10.15381/iigeo.v25i49.23013>

- Centurión, M. G., y Mendez, R. S. (2018). *Determinación de calidad del agua mediante variables fisicoquímicas y las comunidades de macroinvertebrados bentónicos presentes en el río Chonta* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13468>
- Chauca, C. (2022). *Calidad del agua y su relación con macro invertebrados bentónicos en la cuenca del río Mariño Distrito de Abancay – Apurímac, 2018* [Universidad Tecnológica de los Andes]. <https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/327/2/>
- Chavez, R. A. (2022). Water quality evaluation through bioindication of aquatic macroinvertebrates, in a section of the Toribio river, cienega Magdalena, Colombia. *Ciencia e Ingeniería*, 9(5), 14. <http://revistas.uniguajira.edu.co/index.php/cei>
- Chibinda, C., Arada, M., y Pérez, N. (2017). Characterization for physicochemical methods and evaluation of the quantitative impact of the waters of the Well the Limestone Quarryn. *Rev. Cubana Quím.*, 29(2), 303-321. <http://scielo.sld.cu/pdf/ind/v29n2/ind10217.pdf>
- Cruz, J., y Intriago, J. (2022). *Determinación de la calidad del agua mediante la comunidad de macroinvertebrados acuáticos en el río Mosca del cantón Junín* [Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]. <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1923>
- Dirección de infraestructura agraria y riego. (2020). *Informe de monitoreo de la red de aguas superficiales lago Titicaca (Crucero Hidroquímico)* (p. 120). PELT. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6221>
- Echeverría, I., Escalante, C., Saavedra, O., Escalera, R., Heredia, G., y Montoya, R. (2021). Evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales basada en lagunas de estabilización acopladas a un reactor anaerobio compartimentado. *Investigacion y Desarrollo*, 21(1), 37-45. <https://doi.org/10.23881/idupbo.021.1-3i>
- Escandón, C., y Cáceres, M. (2022). Análisis de la calidad del agua mediante parámetros físicos químicos y macroinvertebrados bentónicos, presentes en la microcuenca del río San Francisco-Gualaceo [Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]. En *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21649>

- Forero, J. (2017). *Macroinvertebrados bentónicos y su relación con la calidad del agua en la cuenca alta del Río Frío (Tabio, Cundinamarca)* [Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá].
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/34419/>
- Gallozo, A., y Yauri, J. (2017). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua, relacionados con metales pesados en la sub cuenca Yanayacu - Ancash, Setiembre 2015 - Abril 2016* [Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo]. <https://www.inaigem.gob.pe/wp-content/uploads/2019/>
- Garcés, D., y Pacheco, L. (2020). *Análisis de la calidad del agua a partir de la correlación entre variables fisicoquímicas y macroinvertebrados en tres sectores del río Caney, Restrepo – Meta* [Universidad Santo Tomás].
<https://repository.usta.edu.co/handle/11634/28160>
- García, C., y Endara, A. (2020). Assessment of water quality in the Alambrado River using benthic macroinvertebrates as bioindicators in Laguna de la Mica Reservoir. *Bionatura*, 5(4), 1380-1386. <https://doi.org/10.21931/rb/2020.05.04.17>
- Giacomett, J., y Bersosa, F. (2006). Macroinvertebrados acuáticos y su importancia como bioindicadores de calidad del agua en el río Alambi. *Serie Zoológica, Appendix 1*, 17-32. <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-serie-zoologica/article/view/1394#:~:text=El estudio de Macroinvertebrados acuáticos, Antes vs Después%2C los centros>
- Gil, A., y Tingal, D. (2019). Determinación de la contaminación orgánica del río Llaucano – Cajamarca Perú aplicando macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del ecosistema acuático 2018 [Universidad Privada Antonio Guillermo Urrello]. En *Reposirotio UPAGU*.
<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/881?show=full>
- Huaman, L. D. (2019). *Diversidad de macroinvertebrados indicadores de calidad de agua en las lagunas de Pucushucllo y Ñahuimpuquio – Provincia de Chupaca* [Universidad Nacional del Centro del Perú].
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/5326>
- Jauregui, D. (2019). *Determinación de la calidad del agua empleando macroinvertebrados*

bentónicos y parámetros fisicoquímicos en el río Sendamal, Celendín. Universidad Nacional de Cajamarca.

La Matta, F. (2020). *Influencia del drenaje ácido de roca en la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, índices bióticos de calidad de agua y grupos funcionales alimenticios en ríos y cabeceras de la cordillera blanca (subcuenca de Quillcay, Ancash)* [Universidad Peruana Cayetano Heredia]. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798%0>

Laguna, J. (2020). *Análisis puntual de calidad de agua en el cuerpo de agua superficial los Moyanos en el municipio de Planadas-Tolima con base en variables fisicoquímicas y macroinvertebrados acuáticos* (p. 53). <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/32622>

Leiva, D. (2018). *Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con parámetros fisicoquímicos en la determinación de la calidad de agua de la microcuenca Atuén, del distrito de Leymebamba, Chachapoyas, Perú, 2017* [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/UNTRM/1427/>

López, S., Huertas, D., Jaramillo, A., Calderón, D., y Díaz, J. (2022). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad del agua del río Teusacá (Cundinamarca, Colombia). *Ingeniería y Desarrollo*, 37(02), 269-288. <https://doi.org/10.14482/inde.37.2.6281>

Machado, V., Granda, R., y Endara, A. (2018). Analysis of benthic macroinvertebrates and biotic indices to evaluate water quality in Sardina's River, Ecuadorian Chocó Andino. *Enfoque UTE*, 9(4), 154-167. <https://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute/index.php/revista/article/view/369>

Matsumoto, T., y Sánchez, I. (2016). *Desempeño de la Planta de tratamiento de Aguas Residuales de Sao Joao de Iracema (Brasil)*. 21(2), 186. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121>

Maya, F. A. (2016). *Evaluación de la calidad del agua a través de macroinvertebrados acuáticos en la parte alta, media y baja de la quebrada la "Torura" municipio de Entreríos - Antioquia* [Universidad Tecnológica de Antioquia].

<http://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://>

Minchola, G. (2021). *Macroinvertebrados acuáticos indicadores de la calidad del agua del Río Negro – Aguaytía* [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/> (Tesis en Físico)

Ministerio de Salud. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N ° 031-2010-SA . Dirección General de Salud Ambiental Ministerio de Salud Lima – Perú. En *Dirección General de Salud Ambiental - Ministerio de Salud* (Vol. 1, Número 1, p. 39). MINSA. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>

Ministerio de Sanidad. (2019). *Calidad del agua de consumo humano en España 2019. Informe Técnico* (1.^a ed.). Centro de Publicaciones. http://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/docs/INFORME_2013_AGU_ACONSUMO.pdf

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2018). *Estudio de desempeño ambiental*. <https://www.minam.gob.pe/esda/>

Mora, J. (2018). *Uso de macroinvertebrados como método de evaluación de la calidad de agua del río Sálina (Atacames – Ecuador)* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/>

Niño de Guzman, M. (2018). *Desarrollo de un índice multimétrico para evaluar la calidad ecológica del agua, diseñado y propuesto para el río Guayuriba, Meta, Colombia* [Universidad de los Llanos]. <https://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/952750/2>

Ochoa, M. (2020). *Parámetros físicoquímicos y su influencia en la estructura de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de quebradas del área de influencia del eje carretero Iquitos, Nauta, Loreto, Perú, 2019* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6987>

Olarte, A., y González, D. (2018). Determinación del tratamiento y la calidad de agua utilizando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores. *Revista Dinamica Ambiental*, 2(2), 9-26. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ambiental/article/view/>

- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Calidad del agua, Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida»*. Decenio del agua. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Ortiz, C., Jofré, M., y Gonzáles, S. (2017). Aplicación de índices bióticos y variables físico-químicas para estimar calidad de agua en un río urbanizado de San Luis. *Proimca-Prodeca*, 1(1), 10. http://www.edutecne.utn.edu.ar/prodeca-proimca/actas-prodeca-2017/DCA26_Aplicacion-de-Indices-Bi.pdf
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232.
- Paredes, G. (2018). *Contaminación del Lago Arapa*. <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/contaminacion-del-lago-arapa/contaminacion-del-lago-arapa>
- Paredes, M. (2021). *Macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua en el río la Gallega- Morropón, Piura-Perú 2019* [Universidad Nacional de Piura]. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3805>
- Pezo, M. (2018). *Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua para regadío del río Cumbaza* [Universidad Nacional de San Martín]. <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/2203>
- Pin, B. A. (2021). *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en el estero Mocache en la microcuenca baja del río Quevedo y su relación con los usos del suelo* [Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6221>
- Pontón, M. (2018). Evaluación de la calidad del agua de la microcuenca del río Piñas mediante los índices ICA y BMWP [Universidad de Cuenca]. En *Universidad de Cuenca*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/28920>
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., y Rieradevall, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua. *ResearchGate*, 53(January), 160. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1690-46482008000200001#:~:text=Las comunidades de macroinvertebrados son,simple y de bajo costo.

- Rincón, M., Soler, F., Calderón, D., y Sierra, R. (2021). Aquatic macroinvertebrates as water quality bioindicators in Chicú river, Cundinamarca, Colombia. *Hidrobiologica*, 30(3), 17-29. <https://doi.org/10.24275/UAM/IZT/DCBS/HIDRO/2021V31N1/RINCON>
- Rivera, M. V. (2016). *Relación de parámetros fisicoquímicos y presencia de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua del río Duero, Michoacán* [Instituto Politécnico Nacional]. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24587>
- Romero, J. (2005). *Calidad del agua* (p. 150). Editorial Escuela Colombia de Ingeniería.
- Sánchez, E. (2018). *Determinación de la contaminación orgánica a través de macroinvertebrados bentónicos en un sector del río Chotano, distrito de Chota - 2017* [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31687>
- Sánchez, M., y García, D. (2018). *Determinación del índice BMWP/Col, mediante la utilización de macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad de agua, en el cauce del río Guachicos, que surte el acueducto del municipio de Pitalito* [Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/21168>
- Santillán, R., y Guerrero, A. (2018). Macroinvertebrates and phytoplankton as bioindicators of pollution in Chicama river basin, Perú. *Revista Tecnología en Marcha*, 31(2), 97-110. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i4.3968>
- Tarrillo, E. (2020). *Evaluación de macroinvertebrados acuáticos, como indicadores del estado ecológico del río Tingo, Provincia de Hualgayoc, Cajamarca – 2019* [Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798%0A>
- Verastegui, V. A. (2020). *Evaluación de la relación existente entre la presencia de macroinvertebrados acuáticos y la fisicoquímica del agua en ríos de montaña* [Escuela Politécnica Nacional]. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20761>
- Walpole, R., Myers, R., Myers, S., y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9.^a ed.). Pearson Educación.



- Yépez, A., Bolívar, A., Urdánigo, J., y Morales, D. (2017). Aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality in areas of residual discharge to the Quevedo river, Ecuador. *Ciencias Tecn UTEQ*, 10(1), 27-34. https://www.researchgate.net/publication/318572792_Macroinvertebrados_acuaticos_como_indicadores_de_calidad_hidrica_en_areas_de_descargas_residuales_al_rio_Quevedo_Ecuador_Aquatic_macroinvertebrates_as_indicators_of_water_quality_in_areas_of_residual_
- Yumbo, K., Iler, V., Winston, E., y Campos, D. (2018). Determination of water quality by biological and physico-chemical indicators in the Pajan river, Manabí, Ecuador. *Departamento de Protección Vegetal. Agrocalidad, Guayaquil, Guayas, Ecuador*, 1(10), 32-40. <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha04317.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023.							
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Metodología	Variables	Dimensión	Indicador	Técnica
¿Cómo es la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y su relación con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023?	Determinar la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023.	Se determina la relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua y los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa, Puno 2023.	Enfoque, alcance y diseño: El enfoque de investigación es cuantitativo. El diseño de investigación es correlacional. El esquema es:	Parámetros fisicoquímicos del agua.	Físicos.	Temperatura Turbidez	Equipo multiparámetro y análisis de laboratorio.
Problemas específicos - ¿Cuáles son los valores de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) en la laguna de Arapa? - ¿Cuáles son los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa? - ¿Cómo es la relación de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa?	Objetivos específicos - Describir los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) en la laguna de Arapa. - Identificar los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa. - Relacionar los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa.	Hipótesis específicas - Los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) superan los límites para ECA-4. - Los macroinvertebrados a nivel de familia presentes en muestras de agua en la laguna de Arapa, indican una mala calidad de agua según índice BMWP. - Se determina la relación de los parámetros fisicoquímicos del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno) con los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua en la laguna Arapa.	 Donde: M = Muestra. O ₁ = Observaciones de la variable parámetros fisicoquímicos. O ₂ = Observaciones de la variable macroinvertebrados. Tamaño de muestras de agua: 10 puntos de muestreo en la laguna Arapa.	Macroinvertebrados en el agua.	Químicos.	pH Conductividad eléctrica Oxígeno disuelto Demanda bioquímica de oxígeno	
						Daphniidae Hirudinidae Planorbidae Hyalellidae Notonectidae Aeshnidae Sphaeridae Chironomidae	Clasificación y taxonomía biológica.

Anexo 2. Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5905- 2023 PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 1
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 12:20 Procedencia: E:0383116, N: 8326188 - Puno - Azangaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5905- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL	UNIDADES
		Punto 1	
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	27	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5906- 2023

PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 588 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 2
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 13:14 Procedencia: E: 0384125, N: 8326927 - Puno - Azanagaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mai: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5906- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 2	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	23	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5909-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 5
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 15:20 Procedencia: E: 0393622, N: 8322771 - Puno - Azangaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERÍODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5909 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 5	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	21	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023



Big: Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5908-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 4
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 14:49 Procedencia: E:0391327, N:8324510 - Puno - Azangaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mai: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5908 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL	UNIDADES
		Punto 4	
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	26	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023

Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5907 - 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 3
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 14:00 Procedencia: E:0385344, N:8328011 - Puno - Azangaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mai: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5907-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 3	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	17	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5906- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 2
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 13:14 Procedencia: E: 0384125, N: 8326927 - Puno - Azanagaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG

Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mai: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5906- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 2	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	23	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.
Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023
MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5905- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 1
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 27/09/2023 12:20 Procedencia: E:0383116, N: 8326188 - Puno - Azangaro - Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL c/u para análisis MB y 01 envase PET de 500 mL para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases de polietileno cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 5.7°C
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1807-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 28/09/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Periodo de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 5905- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL	UNIDADES
		Punto 1	
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	<2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	27	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD), Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al limite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 28/09/2023 al 03/10/2023

MB 28/09/2023 al 03/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 06/10/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6112-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL.
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 1.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 04/10/2023 09:50 Procedencia: E: 0383116 N: 8326188. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.1 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1871-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6112-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL. Punto 1.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	16	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/10/2023 al 10/10/2023

MB 05/10/2023 al 10/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/10/2023



Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6113-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 2.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 04/10/2023 10:10 Procedencia: E: 0384125 N: 8326927. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.1 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1871-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6113-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL	UNIDADES
		Punto 2.	
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	6.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	21	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/10/2023 al 10/10/2023

MB 05/10/2023 al 10/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/10/2023

Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-065



Registro N° LE-065

INFORME DE ENSAYOS N° 6114-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 3.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 04/10/2023 10:30 Procedencia: E: 0385344 N: 8328011. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.1 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1871-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Págs 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6114-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 3.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	12	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/10/2023 al 10/10/2023

MB 05/10/2023 al 10/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/10/2023

Bjgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6115-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 4.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 04/10/2023 10:50 Procedencia: E: 0391327 N: 8325510. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.1 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1871-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6115-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 4.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	4.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	19	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/10/2023 al 10/10/2023

MB 05/10/2023 al 10/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/10/2023

Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6116-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 5.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 04/10/2023 11:20 Procedencia: E: 0393622 N: 8322771. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.1 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1871-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 05/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6116-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 5.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	5.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	23	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 05/10/2023 al 10/10/2023

MB 05/10/2023 al 10/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 16/10/2023



Ing. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 6354-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 1.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/10/2023 15:00 Procedencia: E: 0383116 N: 8326188. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1927-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6354- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 1.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	3.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	48	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/10/2023 al 18/10/2023

MB 13/10/2023 al 18/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2023



Blgo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6355- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE	: ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN	: JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO	: AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	: Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA	: Punto 2.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE	: 12/10/2023 15:20 Procedencia: E: 0384125 N: 8326927. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA	: 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN	: En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	: Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA	: Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN	: No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO	: No especificada
CONTRATO N°	: 1927-2023
FECHA DE RECEPCIÓN	: 13/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6355 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 2.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	17	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "c" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/10/2023 al 18/10/2023

MB 13/10/2023 al 18/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6356-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 3.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/10/2023 15:43 Procedencia: E: 0385344 N: 8328011. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1927-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por : GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6356 - 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 3.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	20	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/10/2023 al 18/10/2023

MB 13/10/2023 al 18/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2023

Bigo Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 2 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 6357- 2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 4.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/10/2023 16:00 Procedencia: E: 0391327 N: 8325510. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1927-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6357- 2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 4.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	12	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L : Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/10/2023 al 18/10/2023

MB 13/10/2023 al 18/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2023

Migo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



Registro N° LE-055

INFORME DE ENSAYOS N° 6358-2023
PÁGINA 1 DE 2

SOLICITANTE : ADOLFO ARRATIA CHAMBI
DIRECCIÓN : JR ECUADOR 568 BARRIO LLAVINI
PRODUCTO DECLARADO : AGUA SUPERFICIAL
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO : Líquido transparente.
CODIFICACIÓN / MARCA : Punto 5.
DATOS DECLARADOS POR EL CLIENTE : 12/10/2023 16:25 Procedencia: E: 0393622 N: 8322771. Puno-Azángaro-Arapa.
TAMAÑO DE MUESTRA RECIBIDA : 01 muestra de 2500 mL aprox. Compuesta por 02 envases PET de 1000 mL. para análisis MB. 01 envase PET de 500 mL. para análisis FQ.
PRESENTACIÓN, ESTADO Y CONDICIÓN : En envases PET transparentes cerrados etiquetados. En contenedor isotérmico a una temperatura de 4.2 °C.
CONDICIONES DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Recibida en el Laboratorio (Envases Proporcionados)
CONTRAMUESTRA Y PERIODO DE CUSTODIA : Ninguna (por ser muestra única)
FECHA PRODUCCIÓN : No especificada
FECHA DE VENCIMIENTO : No especificada
CONTRATO N° : 1927-2023
FECHA DE RECEPCIÓN : 13/10/2023

CONDICIONES DE USO DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS:

- El presente Informe de Ensayos tan sólo es válido únicamente para la Muestra analizada / el Lote muestreado , según sea el caso.
- No deben inferirse a la Muestra analizada o al Lote muestreado otros parámetros que no estén consignados en el presente Informe de Ensayos.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por el cliente (Muestra recibida en laboratorio), BHIOS LABORATORIOS no se responsabiliza si las condiciones de muestreo no fueron las adecuadas, los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
- En caso de que el producto haya sido muestreado por BHIOS LABORATORIOS , la presentación, estado y condición del lote corresponden a las encontradas al momento del muestreo.
- Los datos declarados por el cliente son consignados a solicitud expresa del mismo cliente y no son necesariamente verificados por el Laboratorio, por lo que BHIOS LABORATORIOS no asume responsabilidad por el uso de los mismos.
- El Período de Custodia es dependiente del tipo de ensayo y de la disponibilidad de la Muestra.
- BHIOS LABORATORIOS no guarda contramuestras de productos perecibles o de productos cuyas características pudieran variar durante el almacenamiento.
- El presente Informe de Ensayos no es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad del productor.
- Está terminantemente prohibida la reproducción parcial de este Informe de Ensayos sin el conocimiento y la autorización escrita de BHIOS LABORATORIOS.
- Cualquier modificación, borrón o enmienda, anula el presente Informe de Ensayos.

PRP-08-F-05-IE Versión: 02 Fecha de Emisión: 01/03/22 Elaborado por: GT / Revisado por: CAC / Aprobado por: GG Página 1 de 2

Av. Quiñones B-6 (2do. Piso) - Urb. Magisterial II Etapa - Yanahuara - Arequipa - Perú
Teléfono: ++51(0)54 273320 / 274515 Celular: 983768883 / 954068110
e-mail: bhios@bhioslabs.com y operaciones@bhioslabs.com

BHIOS LABORATORIOS ...calidad a su servicio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE-055



INFORME DE ENSAYOS N° 6358-2023
PÁGINA 2 DE 2

RESULTADOS

LAB	DETERMINACIÓN	AGUA SUPERFICIAL Punto 5.	UNIDADES
MB	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	2.0	mg/L
FQ	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	13	mg/L

ABREVIATURAS:

mg/L

: Miligramos por litro

MÉTODOS UTILIZADOS :

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF Part 5210-B, Pág 2 a 6, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5 day BOD Test.

Demanda Química de Oxígeno (DQO) : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA-AWWA-WEF. Part 5220 D, 24th Ed. 2023. CHEMICAL OXYGEN DEMAND (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.

OBSERVACIONES :

Cualquier valor precedido por "<" indica menor al límite de cuantificación del método

FECHAS DE EJECUCIÓN DE LOS ENSAYOS : FQ 13/10/2023 al 18/10/2023

MB 13/10/2023 al 18/10/2023

FECHA DE EMISIÓN DEL PRESENTE INFORME DE ENSAYOS : 23/10/2023

Bigo. Miguel Valdivia Martínez
Gerente Técnico

Fin del Informe



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 05023A

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : Adolfo Arratia Chambi
MOTIVO : PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023.

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua Natural - Superficial
Numero de muestras : 05
Muestreado por : El laboratorio
Periodo de ensayo : 28-29/09/2023

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
P1	Arapa/Azángaro/Puno	E: 383116 N: 8326188	28/09/2023	12:20
P2	Arapa/Azángaro/Puno	E: 384125 N: 8326927	28/09/2023	13:14
P3	Arapa/Azángaro/Puno	E: 385344 N: 8328011	28/09/2023	14:00
P4	Arapa/Azángaro/Puno	E: 391327 N: 8324510	28/09/2023	14:49
P5	Arapa/Azángaro/Puno	E: 393622 N: 8322771	28/09/2023	15:20



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

DATOS DEL RESULTADO

Nº	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	P1	P2	P3	P4	P5
1	Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo	20.5	18.7	19.9	19.5	19.0
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	9.0	8.52	8.62	8.40	8.74
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	890	890	916	900	895
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	2.98	2.45	2.98	2.75	6.64
4	Oxígeno disuelto	mg/l	SM 4500 O C Modificación acida	2.78	2.24	2.32	2.58	1.67
5	Materia orgánica	mg/l	SM 5220 C Reflujo cerrado, método titulométrico	18	20	15	29	24

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión
2023-10-02

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Kayen Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 05023B

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : Adolfo Arratia Chambi
MOTIVO : PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN
CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE
CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023.

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua Natural - Superficial
Numero de muestras : 05
Muestreado por : El laboratorio
Periodo de ensayo : 05-07/10/2023

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
P1	Arapa/Azángaro/Puno	E: 383116 N: 8326188	05/10/2023	12:10
P2	Arapa/Azángaro/Puno	E: 384125 N: 8326927	05/10/2023	13:00
P3	Arapa/Azángaro/Puno	E: 385344 N: 8328011	05/10/2023	13:40
P4	Arapa/Azángaro/Puno	E: 391327 N: 8324510	05/10/2023	14:20
P5	Arapa/Azángaro/Puno	E: 393622 N: 8322771	05/10/2023	15:35



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

DATOS DEL RESULTADO

Nº	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	P1	P2	P3	P4	P5
1	Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo	20.2	18.4	19.2	19.7	19.5
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	9.12	8.52	8.58	8.37	8.64
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	875	888	910	920	900
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	2.94	3.13	2.64	2.75	6.30
4	Oxígeno disuelto	mg/l	SM 4500 O C Modificación acida	2.75	2.26	2.34	2.57	1.53
5	Materia orgánica	mg/l	SM 5220 C Reflujo cerrado, método titulométrico	14	18	10	21	20

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión
2023-10-09

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 05023C

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE : Adolfo Arratia Chambi
MOTIVO : PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN
CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE
CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023.

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua Natural - Superficial
Numero de muestras : 05
Muestreado por : El laboratorio
Periodo de ensayo : 13-14/10/2023

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Punto de muestreo y/o coordenada	Fecha de muestreo	Hora de muestreo
P1	Arapa/Azángaro/Puno	E: 383116 N: 8326188	13/10/2023	12:00
P2	Arapa/Azángaro/Puno	E: 384125 N: 8326927	13/10/2023	13:05
P3	Arapa/Azángaro/Puno	E: 385344 N: 8328011	13/10/2023	13:50
P4	Arapa/Azángaro/Puno	E: 391327 N: 8324510	13/10/2023	14:45
P5	Arapa/Azángaro/Puno	E: 393622 N: 8322771	13/10/2023	15:35



Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

DATOS DEL RESULTADO

Nº	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	P1	P2	P3	P4	P5
1	Temperatura	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo	19.8	19.5	18.4	19.0	19.0
1	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	9.00	8.28	8.35	8.20	8.64
2	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio	850	870	890	900	915
3	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico	2.70	3.00	2.28	2.67	6.00
4	Oxígeno disuelto	mg/l	SM 4500 O C Modificación acida	2.60	2.33	2.48	2.42	1.64
5	Materia orgánica	mg/l	SM 5220 C Reflujo cerrado, método titulométrico	28	15	13	10	15

OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

Fecha de emisión
2023-10-16

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920

Anexo 3. Constancia de identificación de macroinvertebrados

CONSTANCIA

El que suscribe hace constar, que le fueron remitidas 5 muestras con contenido de macroinvertebrados, los cuales fueron identificados taxonómicamente considerando la familia de pertenencia. Los resultados fueron para el estudio "PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO". A pedido del Sr. Adolfo Arratia Chambi.

Tabla 1. Identificación de macroinvertebrados

Puntos	Daphniidae	Hirudinidae	Planorbidae	Hyalellidae	Notonectidae	Aeshnidae	Sphaeriidae	Chironomidae	Tipulidae
P1	22	4	0	13	11	1	1	5	5
P2	24	4	0	24	17	1	0	5	4
P3	28	0	1	32	11	1	1	7	4
P4	17	3	1	11	10	1	2	0	10
P5	12	4	1	11	12	1	0	4	3

Los individuos se hallaron en buen estado para la identificación, los cuales fueron fijados en alcohol al 70% para su conservación. En el caso de Odonata los individuos se corresponden al estadio de larva.

Se suscribe la presente para los fines que viere por conveniente.



Miguel Augusto López Ruelas

Licenciado en Biología (SUNEDU).

GRADUADO	GRADO O TÍTULO	INSTITUCIÓN
LOPEZ RUELAS, MIGUEL AUGUSTO DNI 01316746	BACHILLER EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Fecha de diploma: 26/01/1996 Modalidad de estudios: - Fecha matrícula: Sin información (***) Fecha egreso: Sin información (***)	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO <i>PERU</i>
LOPEZ RUELAS, MIGUEL AUGUSTO DNI 01316746	LICENCIADO EN BIOLOGIA Fecha de diploma: 30/12/1999 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO <i>PERU</i>

Anexo 4. Ficha técnica para ECA-4 y cálculo del índice de calidad ABI

Parámetros fisicoquímicos del agua para ECA-4

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura	°C	3
pH	Unidad	6.5 a 9
Conductividad eléctrica	μS/cm	1000
Turbidez	NTU	ND
Oxígeno disuelto	mgL-1	5
Materia orgánica	mgL-1	ND
DBO	mgL-1	5
DQO	mgL-1	ND

Valores para índice de calidad ABI

Familia	Puntaje
Hirudinidae	3
Hyalellidae	6
Notonectidae	5
Aeshnidae	6
Sphaeriidae	3
Chironomidae	2
Tipulidae	5
Planorbidae	3

Anexo 5. Evidencias fotográficas



Tomando las coordenadas geográficas



Tomando muestra de agua



Realizando el acondicionamiento de muestra para su envío al laboratorio



Colecta de macroinvertebrados



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo **ADOLFO ARRATIA CHAMBI** identificado(a) con N° DNI: **42954068** en mi condición de egresado(a) de la:

MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA CON MENCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL

con código de matrícula N° 171973, informo que he elaborado la tesis denominada:

“PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023”.

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno, 09 de Septiembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella



Universidad Nacional del
Altiplano Puno



Vicerrectorado de
Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo **ADOLFO ARRATIA CHAMBI** identificado(a) con N° DNI: **42954068**, en mi condición de egresado(a) del Programa de Maestría o Doctorado:

MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA CON MENCIÓN EN SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL,

informo que he elaborado la tesis denominada:

“PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS DEL AGUA Y SU RELACIÓN CON MACROINVERTEBRADOS COMO INDICADORES DE CALIDAD DE AGUA EN LA LAGUNA ARAPA, PUNO 2023”.

para la obtención de **Grado.**

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno, 09 de Septiembre del 2024.

FIRMA (Obligatorio)



Huella