



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Relación entre la calidad ambiental del agua y la  
diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna  
Inkamontera**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTORAS:**

Barragan Pacco, Deimia Catialith ([orcid.org/0000-0002-7518-9421](https://orcid.org/0000-0002-7518-9421))  
Inofuente Macedo, Rudy Guadalupe ([orcid.org/0000-0002-3057-2582](https://orcid.org/0000-0002-3057-2582))

**ASESOR:**

M. Sc. Solorzano Acosta Richard Andi ([orcid.org/0000-0003-3248-046X](https://orcid.org/0000-0003-3248-046X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis hasta el cielo a mi hijo HARITH LUDWING PHILL quien fue, es y será mi mayor fuente de mi inspiración también por ser mi mayor motivación para realizar cada uno de mis proyectos, a mi pareja Wily por su apoyo incondicional durante estos años y a mis padres.

Barragan Pacco Deimia Catialith

Dedico esta tesis a mi querido abuelo que en vida fue FILOMENO MACEDO CORONEL, a mi amada madre LOURDES MACEDO VILLANUEVA, quién durante hasta el día de hoy ha sido el pilar de cada una de mis metas, a mis queridas hermanas ISABEL Y DORIS por darme siempre la motivación necesaria, esta tesis va dirigida a cada una de ellas por haberme acompañado en todas las etapas de mi formación y esta no ha sido la excepción.

Inofuente Macedo Rudy Guadalupe

## **Agradecimiento**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de poder titularme en su casa de estudios, A toda mi familia y amigos por acompañarme en este proceso que me apoyaron e hicieron posible que este trabajo se realice con éxito, a mis padres y pareja por brindarme su apoyo, al Blg. Miguel A. López Ruelas por brindar sus conocimientos para poder realizar el trabajo de investigación.

Barragan Pacco Deimia Catialith

Agradezco a Dios por su amor y toda la bendición que siempre ha derramado sobre mí, a la Universidad César Vallejo por brindarme la oportunidad de poder realizar mi proceso de Titulación, a mi asesor de tesis M.Sc. Solórzano Acosta Richard Andi, quién con sus exigencias y guía constante han contribuido a la culminación de la tesis.

Inofuente Macedo Rudy Guadalupe

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	10
a. Tipo y diseño de investigación .....	10
b. Variables y operacionalización .....	11
c. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	11
d. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
e. Procedimientos .....	13
f. Método de análisis de datos .....	15
g. Aspectos éticos .....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN .....	24
VI. CONCLUSIONES .....	26
VII. RECOMENDACIONES .....	28
VIII. REFERENCIAS .....	29
ANEXO .....	40

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> estaciones de muestreo .....	11
<b>Tabla 2</b> Identificación de macro invertebrados en la laguna Inkamontera .....	12
<b>Tabla 3</b> Abundancia de macroinvertebrados en la laguna Inkamontera .....	12
<b>Tabla 4</b> Correlación entre la calidad del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera.....	16
<b>Tabla 5</b> Características fisicoquímicas de la laguna Inkamontera .....	17
<b>Tabla 6</b> Concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos de la laguna Inkamontera .....	18
<b>Tabla 7</b> Concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera ..	19
<b>Tabla 8</b> Cálculo del índice ABI para el estado ecológico de la laguna Inkamontera .	20
<b>Tabla 9</b> Abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera .....	21
<b>Tabla 10</b> Análisis de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera .....	22

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Correlación canónica entre la calidad del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera. ....	17
<b>Figura 2</b> Análisis de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera .....	22
<b>Figura 3</b> Toma de muestras de agua de la laguna inkamontera para análisis de calidad de agua microbiológico .....	54
<b>Figura 4</b> Toma de muestras de agua de la laguna inkamontera para análisis de calidad de agua parasitológico .....	54
<b>Figura 5</b> Toma de muestra de agua para análisis de metales pesados .....	55
<b>Figura 6</b> Toma de parámetros de campo de la laguna inkamontera .....	55
<b>Figura 7</b> Toma de parámetros de campo .....	56
<b>Figura 8</b> Muestreo de invertebrados bentónicos en la laguna inkamontera punto n° 3 .....	56
<b>Figura 9</b> Muestreo de invertebrados bentónicos a una profundidad de 5m.....	57
<b>Figura 10</b> Recolección de invertebrados bentónicos con malla tipo D net .....	57
<b>Figura 11</b> Envasado y rotulado de muestras bentónicas.....	58
<b>Figura 12</b> Malla tipo D net usada para la captura de invertebrados bentónicos .....	58
<b>Figura 13</b> Identificación de invertebrados bentónicos en la laguna inkamontera.....	59
<b>Figura 14</b> Identificación de invertebrados bentónicos de la laguna inkamontera en laboratorio .....	59
<b>Figura 15</b> Identificación de invertebrados bentónicos en laboratorio.....	60
<b>Figura 16</b> Muestra de invertebrados bentónicos obtenidos de la laguna Inkamontera .....	60
<b>Figura 17</b> Vista microscópica del invertebrado bentónico .....	61
<b>Figura 18</b> Vista microscópica del invertebrado bentónico encontrada en la laguna Inkamontera .....	61

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo establecer la relación entre la calidad de agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera. El tipo de investigación corresponde al nivel básico, de corte transeccional, con enfoque cuantitativo, mientras que el diseño fue correlacional. Se tomaron muestras de agua y macroinvertebrados en tres puntos de la laguna, el primero (P1) en la descarga del efluente de aguas servidas, el segundo (P2) a 50 m y el tercero a 100 m (P3). La calidad de agua fue analizada en laboratorio para los parámetros fisicoquímicos, metales pesados y microbiológicos. Las muestras de macroinvertebrados fueron tomadas por medio de una draga de arrastre y su identificación taxonómica fue llevada a cabo en gabinete. El análisis estadístico fue descriptivo, adicionalmente se calculó el índice de diversidad y el índice de correlación canónica. Se concluye que, los resultados indican la existencia de relación entre la calidad de agua respecto a los parámetros fisicoquímicos y la diversidad de invertebrados bentónicos ( $p=0.004$ ). Las características fisicoquímicas, el análisis microbiológico y parasitológico, así como el contenido de metales pesados se encontraron dentro de los límites permisibles. El índice biológico altoandino (ABI) indica una mala calidad del agua por una menor diversidad observada, la mayor abundancia relativa corresponde a *Daphnia sp.* por su carácter cosmopolita, mientras los gasterópodos presentaron menor abundancia, así como *Helobdella sp.* indicador de aguas en proceso de eutrofización.

**Palabras clave:** *Agua, calidad, diversidad, macroinvertebrados, laguna.*

## ABSTRACT

The objective of this research was to establish the relationship between water quality and the diversity of benthic invertebrates in the Inkamontera lagoon. The methodology corresponds to the basic level, of transectional cut, with the quantitative approach, while the design was correlational, samples of water and macroinvertebrates were taken in three points of the lagoon, the first (P1) in the wastewater effluent discharge, the second (P2) at 50 m and the third at 100 m (P3), the quality of which was analyzed in the laboratory for physicochemical, heavy metal and microbiological parameters, the macroinvertebrate samples were taken by means of a drag dredger and their identification taxonomic study, the statistical analysis was descriptive, calculation of the diversity index and canonical correlation. The results indicate that the existence of a relationship between the quality of water with respect to the physicochemical parameters and the diversity of benthic invertebrates ( $p = 0.004$ ), the physicochemical characteristics, the microbiological and parasitological analysis, as well as the content of heavy metals was determined. found within permissible limits, the high Andean biological index (ABI) indicates poor water quality due to a lower observed diversity, the highest relative abundance corresponds to *Daphnia* sp. for its cosmopolitan nature, while gastropods were less abundant, as well as *Helobdella* sp. indicator of water in the process of eutrophication.

Keywords: Water, quality, diversity, macroinvertebrates, lagoon.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El recurso hídrico se caracteriza por tener un valor ecológico importante que se considera indispensable para la salud y desarrollo de la población, en tal sentido en factores se refuerzan mutuamente y son elementales para el bienestar humano y para el desarrollo sostenible (Villena 2018), esta calidad se mide con diversos parámetros que contemplan indicadores físicos, químicos y biológicos. Estos indicadores son tan numerosos y diversos que en la práctica se han buscado otros indicadores de mayor practicidad que denoten en forma rápida y eficaz la idea sobre la calidad ambiental del agua. Entre estos indicadores, el uso de especies vivas de diversa índole se ha consolidado como un método eficaz.

Dentro de las especies consideradas como indicadores biológicos se encuentran los macroinvertebrados bentónicos, ese tipo de especies son importantes porque permiten dar una interpretación de la salud ambiental de los ambientes acuáticos y cuál es la especie que más predomina dentro de este ambiente acuático (Gonzales et al., 2016), con la presencia de esos microorganismos se logra determinar la calidad del agua, debido a que son utilizados como bioindicadores, los cuales en muchos casos tienden a cambiar a debido a las condiciones que se encuentra el recurso hídrico, permitiendo un mejor equilibrio ecológico y así posibilitem su existencia.

Entre los cuerpos de agua donde se ha estudiado la diversidad de especies bentónicas, se encuentran las lagunas, que son cuerpos de agua que se caracterizan por ser semicerrados, localizados por debajo de las mareas altas, representado un hábitat para las diversas especies de flora y fauna existentes, (Moreno, 2016), estos cuerpos de agua son muy importantes porque son fuente de vida que promueven condiciones de vida para las especies de flora y fauna, por ello es importante cuidar las lagunas para las futuras generaciones (Gómez 2019), en ese sentido las lagunas se caracterizan por ser reservas de agua para uso potable, servicios ambientales así como para uso recreacional o crianza de especies como la trucha entre otras actividades económicas de provecho para la población.

A nivel internacional, las lagunas son los cuerpos de agua dulce o continental más afectados por el cambio climático y respecto a su calidad de agua sigue representado un grave problema para la humanidad debido al grado de contaminación que actualmente presentan producto de las actividades antrópicas (Atanacio 2018), diversos autores han informado sobre la importancia de este recursos, lo cual requieren de una oportuna intervención para su conservación, entre lo que destacan los macro invertebrados bentónicos que a su vez sirven como indicadores de la calidad del agua, como alternativa a este problemática se ha planteado usar el Índice Biológico Andino (ABI), el cual clasifica los microorganismos basándose en el índice original BMWP, y es aplicable a los ríos alto andinos que se encuentran superior a los 2000 m.s.n.m. (Meneses et al., 2019).

En el mundo cerca del 72% de lagunas se encuentran contaminadas por desechos provenientes de la actividad antrópica, entre las que destacan actividades industriales y urbanas, lo cual han conllevado a un aumento progresivo de diversas enfermedades infecciosas, en algunos países, se ha reportado que la incidencia de la contaminación del agua sigue siendo un grave problema, provocado por aguas negras domésticas, afluentes industriales domésticos, sustancias químicas agrícolas, entre otros efluentes vertidos producto de la actividad antrópica.(Cusiche et al., 2019), como consecuencia de esta problemática se ha propuesto el uso de macro invertebrados bentónicos los cuales son indicadores de la calidad del agua y constituyen los componentes clave de la relación de alimentación acuática, vinculando la materia orgánica y los recursos de nutrientes con los niveles tróficos más altos (Bejaoui et al., 2020).

En el territorio peruano las lagunas se caracterizan por ser aguas poco profundas, las cuales se encuentran estancadas y representan el entorno de diversas especies de flora y fauna existente, por ello se asume que las lagunas son un gran potencial para asegurar un equilibrio ecológico dentro de un determinado ecosistema (Autoridad Nacional del Agua, 2019), como consecuencia de ello se ha planteado la escala de Biological Monitoring Working Party (por sus siglas en ingles BWPM), que es un método que permite asignar un puntaje a los macroinvertebrados, clasificándolo en un determinado nivel de familia, el cual permite tener datos cualitativos y cuantitativos, el

puntaje que se le asigna va desde el 1 al 10, eso dependerá de acuerdo al grado de contaminación del recurso hídrico, la familia más simple tiene una puntuación de 1, mientras que la familia más compleja tiene una puntuación de 10 (Perez et al., 2020).

El Perú al ser considerado un país megadiverso alberga un total de 8 355 lagunas de con una superficie de 5000m<sup>2</sup>, de las cuales 3246 no se encuentran inventariadas, en ese sentido las lagunas se caracterizan por representar un gran aporte a la ganadería , agricultura , actividad humana, actividad industrial y la minería, esto ha ocasionado que exista un aumento de diversas actividades, donde interviene directamente la mano del hombre, conllevando pugnas multisectoriales e imposibilidad de manejo integral de las cuencas, así como también el deterioro biológico y fisicoquímico de las aguas en las lagunas, al respecto diversos investigadores han planteado el uso de factores bióticos, usando invertebrados acuáticos que permitan caracterizar los cuerpos de agua existentes (Tapia et al., 2018).

A nivel local, en Puno, existen las lagunas de mayor altitud en el Perú y probablemente el mundo, las cuales han sido afectadas en su calidad ambiental provocando un desmedro debido a su cercanía con actividades económica y causas antrópicas como la minería. Dentro de esta laguna resalta la laguna Inkamontera ubicado en distrito de Orurillo, Provincia de Melgar en la Región Puno que se caracteriza por presentar altos índices de contaminación, lo cual afectado de manera negativa a las diversas especies bióticas y abióticas que habitan en dicha laguna, estos factores han influido a que se aprecie la relación entre la calidad ambiental del agua y la riqueza de especies bentónicas como bioindicadores de calidad del agua son oportunos para un monitoreo sostenido en el tiempo, por lo cual en primera instancia se debe planear y demostrar su relación siendo que la diversidad es específica del sitio de evaluación, como consecuencia.

Respecto a la justificación el estudio, a nivel económico las lagunas son importantes fuentes de agua donde habitan gran diversidad de macro invertebrados bentónicos que son indicadores biológicos de la calidad del agua que promueven las condiciones de vida de diversas especies de flora y fauna que habita en dicha laguna, y por lo tanto

el monitoreo de su calidad ambiental del agua es preponderante, donde se hace uso del Índice Biológico Andino (ABI) que permite catalogar la calidad ecológica de un sistema, apoyado en el índice original BMWP, por lo que el método de su valoración debe ser sostenido en términos económicos y la medición o asociación con la riqueza de invertebrados bentónicos ha demostrado ser un método que cumple estos requisitos, en relación a la parte social el estudio se justifica porque se desarrollarán alianzas entre los pobladores de la jurisdicción con el objetivo de proteger el recurso hídrico de la Laguna Inkamontera, esto beneficiara a muchos de los pobladores ya que propiciara un turismo responsable donde los beneficiarios directos serán los pobladores aledaños a dicha laguna, finalmente el estudio se justifica ambientalmente porque con los macroinvertebrados bentónicos que logren identificar durante el desarrollo de la investigación serán indicativos de calidad del agua, esto permitirá tener una perspectiva si las condiciones ambientales de la calidad del agua de laguna Inkamontera cumplen con los parámetros establecidos por la normativa peruana respecto a la calidad del agua.

Por todo lo expresado, se plantea como problema en la presente investigación: ¿Cuál es la relación entre la calidad de agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera?, y los problemas específicos que se abordarán son: PE1: ¿Cuáles son las características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera?, PE2: ¿Cuál es la concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos en la laguna Inkamontera?, PE3: ¿Existe concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera?, PE4: ¿Cuál es el estado ecológico ABI de la laguna Inkamontera?, PE5: ¿Cuál es la abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera?

Del mismo modo se plantea como objetivo general: Establecer la relación entre la calidad de agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera; esto se sustenta bajo los siguientes objetivos específicos: OE1: Determinar las características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera, OE2: Determinar la concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos, OE3: Determinar la concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera, OE4:

Determinar el estado ecológico ABI de la laguna Inkamontera, OE5: Determinar la abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera.

## II. MARCO TEÓRICO

Mezgebu et al., (2019), emplearon macro invertebrados bénticos para evaluar el impacto de diferentes factores de estrés que se originan en las industrias y actividades agrícolas sobre arroyos y ríos alrededor de Sebeta en Etiopía, para ello colectaron un total de 20 taxones de macro invertebrados bentónicos de nueve sitios de muestreo en cuatro arroyos, que representan los diferentes niveles de degradación. Encontraron que, las actividades humanas, como el lavado de ropa, el abrevadero de ganado y los cultivos afectan mínimamente a los ríos y arroyos receptores con una concentración de oxígeno disuelto de 5,01– 7,86 mg; sin embargo, en los sitios río abajo la diversidad y abundancia de macro invertebrados bentónicos disminuyó desde los sitios río arriba.

Abubakr, et al. (2018), utilizaron macro invertebrados bentónicos (*Annelida*; *Oligochaeta*) para medir la calidad del agua del Lago Anchar, reportando la presencia de tres especies como *Limnodrilus hoffmeister*, *Erpobdella octoculata* y *Glassophonia*. La ocurrencia de estas especies se debe a la presencia de materia orgánica y al ingreso de aguas servidas. El estudio revela que los macroinvertebrados, especialmente los oligoquetos, pueden usarse como indicadores de la calidad del agua porque se encuentran en lagos con calidad de agua contaminada.

Ertas et al. (2021), identificaron la fauna de macro invertebrados bentónicos y algunas características fisicoquímicas del lago Balaban ubicado en Menderes, Izmir. Para ello, se tomaron muestras de agua y macro invertebrados bentónicos de 5 estaciones del lago. Como resultado, se identificaron un total de 25 taxones y se clasificaron en Annelida (*Oligochaeta* e *Hirudinea*), *Mollusca* (*Bivalvia* y *Gasterópodos*), Crustáceos y otros Insectos (*Trichoptera*, *Coleoptera* y *Dip tera*). Las estaciones de muestreo se agruparon utilizando el análisis UPGMA de Bray-Curtis en términos de la distribución de los macro invertebrados bentónicos. Como resultado del análisis UPGMA, las estaciones 2 y 3 (88%) fueron las más similares entre sí. Las segundas estaciones más similares entre sí se determinaron como las estaciones 1 y 4 (75%).

Basuri et al. (2020), investigaron la composición y distribución de ciliados planctónicos junto con variables fisicoquímicas en una laguna de India, durante tres estaciones, es

decir, antes del monzón (PRM), monzón (MON) y posmonzón (POM), se identificaron un total de 29 taxones ciliados pertenecientes a 18 géneros y cinco clases. *Strombidium conicum* (24%) fue la especie dominante seguida de *Euplotes sp.* (10,7%) y *Stenosomella sp.* (7,02%). *Spirotrichea* (84%) fue la clase dominante seguida de *Oligohymenophorea* (9,6%) y *Heterotrichea* (5,8%). se llegó a concluir que Los ciliados espirotricos dominados en su mayoría por oligotricos se concentraron en las áreas salobres y ricas en nutrientes del lago (sector central). La especie indicadora, *Fabrea salina*, exhibió una correlación positiva con la temperatura, lo que indica que la existencia de condiciones salinas altas en el lago Pulica.

Custodio, et al. (2018), se centraron en evaluar la calidad del agua y la presencia de macro invertebrados bentónicos en Puno- Perú, se recolecto macro invertebrados bentónicos de 22 puntos de muestreo, en épocas de lluvia y aguas bajas, los indicadores, los parámetros fisicoquímicos de DO, DTS, EC, temperatura y pH fueron analizados In situ. Los resultados de la investigación arrojaron que los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de lo establecido en lo que respecta a la calidad del agua a excepto de lo DBO y DQO, en lo concerniente a los macro invertebrados bentónicos se lograron identificar cuatro filos, siendo el de mayor abundancia el *phylum Arthropoda*, al concluir la investigación se determinó que existe diferencias altamente significativas de ( $p < 0,01$ ), para los parámetros de DQO, temperatura, conductividad, nitratos y coliformes totales tienen una diferencia significativa de ( $p < 0.05$ )

Tapia, et al. (2018) estudiaron la cantidad de macroinvertebrados bentónicos en lagunas altoandinas del Perú, se muestrearon 16 lagunas ,de las cuales 12 fueron de la cuenca del Mantaro y 04 del rio Rímac, se encontraron un total de 34 familias, siendo la más predominante el *phylum Arthropoda* con una abundancia de microorganismos del 72.3% y 89.1%, en segundo lugar se ubicó el *phylum anélida*, con 12.8% y 4.3%, en tercer lugar se ubicó el *Phylum Mollusca* con 6.4 y 5.4%, finalmente se ubicaron los *Platyhelminthes* con 8.5% y 1.2%, de las 34 familias encontradas, la perteneciente a la clase Insecta tuvo mayor presencia con 24 familias distribuidas en un total de 06 órdenes, siendo el orden *Diptera* la que mayor presencia tuvo con 7 familias, seguida del orden *Coleoptera* con un total de 05 familias, se concluyó que el ABI, es un factor

predominante para determinar las condiciones de un cuerpo de agua que se pretende estudiar.

Racchumi (2020), estudiaron los macro invertebrados bentónicos de la laguna Imiria así, como también determinar los parámetros fisicoquímicos, los parámetros que se tomaron en cuenta fueron pH, oxígeno disuelto, temperatura, transparencia y conductividad, los macro invertebrados lo constituyeron por los órdenes Díptera, *Ephemeroptera*, *Odonata*, *Hemiptera*, *Acarina*, *Decapoda*, en ese sentido las familias que mayor predominancia tuvieron fueron *Daphniidae*, (33), *palaemonidae* (22), *Tubificae* (21), *Chironomidae* (18), *Batidae* (16) y *Libeluliidae* (14), se llegó a concluir que todos los parámetros analizados en la laguna cumplían con los estándares de calidad Ambiental.

Salamanca (2020) su estudio se enfocó en conocer la calidad del agua de la Bahía interior de Puno, perteneciente al alago Titicaca, la investigación se basó en 09 zonas de muestreo, donde se extrajeron microorganismos haciendo uso de una draga Ekman, el investigador encontró que en la estación 01 hubieron un total de 5200 individuos y 4 familias, en la estación 04 se encontraron un total de 178 individuos, en la estación 05 se identificaron 03 familias y 1110 familias, en la estación 03 se identificaron 3600 familias con la presencia de 02 familias, se llegó a concluir que la bahía de Puno se encuentra en un proceso de eutrofización, lo cual lo ha conllevado a que se califique dentro de un nivel de estrés elevado, debido a las consecuencias del cambio climático y las actividades antrópicas.

Ponce (2019), evaluó macro invertebrados bentónicos en la Bahía Puno-Lago Titicaca, se muestreo 11 zonas, las muestras se recolectaron haciendo uso del buque del IMARPE, con una draga de Vam Ven, se recolectaron 22 especies, los parámetros analizados fueron que la temperatura en el mes de febrero fue de 18.6 °C, mientras que la menor fue en el mes de junio y oscilo en 10.1°C; en relación al oxígeno disuelto se encontró que en el mes de agosto fue de 15.31 mg/L; mientras que en el mes de octubre fue de 1.25 mg/L, respecto al pH se encontró que en el mes de octubre fue de 10.17, muy por el contrario el pH de menor rango fue en el mes de abril con 7.76,

finalmente el parámetro de la conductividad fue de 1899 uSm/cm en el mes de octubre y 648 uSm/cm en el mes de agosto, se llegó a concluir que los diversos parámetros fisicoquímicos permiten influir en la calidad del agua.

Cuevas (2018), investigo macro invertebrados bentónicos y los parámetros fisicoquímicos en Chucuito Puno, se recolecto macro invertebrados con una draga Ekman, las muestras recolectadas fueron de 18071, el estudio se basó en una metodología aplicada analítica, durante la identificación de las especies se lograron visualizar a la *Helobdella titicacencis* (Hirudineo), *Taphius montanus*, *Hyaella spp.* (Amphypodos); *Littoridina berryi*, *Balliviaspongia wirrmanni* (Porífero), (Gasteropodos) entre otras especies, otro de los datos obtenidos fueron que el mayor índice de individuos se manifestaron a 2 metros de profundidad con 14,400 de microorganismos, cuando la profundidad fue de 4 metros se encontraron 2,237 microorganismos, muy por el contrario cuando la profundidad aumento a 8 metros solo se encontraron 1434 microorganismos, se concluyó, que estas especies son indicativos de calidad de agua.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **a. Tipo y diseño de investigación**

El tipo de investigación del presente proyecto según su finalidad es básica (Collazo 2015; Popper 1980), puesto que busca conocer la relación entre la calidad de agua y diversidad de invertebrados bentónicos, para entender como la contaminación que se expresa en alteraciones de los parámetros que componen su calidad, se puede identificar por medio de la observación de la diversidad de los invertebrados que residen en el cuerpo de agua, con lo cual se incrementa los conocimientos en la línea de investigación de calidad y gestión de los recursos naturales, sin intervenir en la solución misma del problema, que corresponde a otro nivel de investigación.

El alcance fue de corte transeccional (Baena 2017; Cabezas et al., 2018), puesto que la toma de los datos tanto para la variable de calidad de agua y diversidad de invertebrados bentónicos serán tomados en un solo momento dentro de las unidades de muestreo en la laguna Inkamontera.

La profundidad de la investigación fue de nivel descriptivo (Bernal 2010; Hernández et al., 2018; Sánchez et al., 2018), puesto que se tomará la información tanto de calidad de agua y diversidad de invertebrados bentónicos tal como se hallan en el momento de la toma de las muestras, sin intervenir o modificar de manera intencionada en ninguna de ellas, por tanto, se busca describir el estado de las mismas en un momento dado.

El carácter de medida fue bajo el enfoque cuantitativo de la investigación (Hernández & Mendoza 2018), considerando que ambas variables como son calidad de agua y diversidad de invertebrados bentónicos, serán expresadas en valores numéricos, además que se hará uso de la estadística tanto descriptiva como inferencial para analizar los datos obtenidos, en términos específicos el análisis bivariado.

El diseño de la investigación fue correlacional (Muñoz 2015), puesto que busca identificar una relación entre la calidad de agua y diversidad de invertebrados

bentónicos, con la finalidad de verificar que estos invertebrados son de utilidad para identificar estados de contaminación de recursos acuáticos en los altos andes, es decir utilizar un bioindicador para el diagnóstico de la calidad del agua.

### **b. Variables y operacionalización**

Variables:

- Calidad de agua: descripción de las características químicas, físicas y biológicas del agua, la calidad está en función principalmente del uso que se le va a dar (Villena 2018).
- Diversidad de invertebrados bentónico: organismos cuya vida, o parte de ella se desarrolla en el agua, están formados por insectos, anélidos, moluscos y crustáceos, expresados tanto en riqueza como en abundancia del taxon, útiles en interpretación como indicadores de calidad de agua (Davila et al., 2019).

### **c. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis**

Por la naturaleza infinita de las muestras que se pueden tomar en un cuerpo de agua (Pérez, 2009) y siguiendo los principios de monitoreo de aguas, se establece de manera puntual los puntos o estaciones de muestreo (Collazo, 2015), para el presente estudio se propone el siguiente:

**Tabla 1**

*estaciones de muestreo*

Estaciones	Calidad de agua	Diversidad de invertebrados bentónicos	Total
Estación 1	1	1	2
Estación 2		1	1
Estación 3		1	1
Total	1	3	4

## Muestras

Se recibieron 9 muestras, de las cuales se realizó el aislamiento de diversos organismos invertebrados acuáticos, luego de una primera identificación y clasificación se determinó lo siguiente:

**Tabla 2**

*Identificación de macro invertebrados en la laguna Inkamontera*

orden	familia	especie
Cladocera	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>
Arhynchobdellida	<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>
Basommatophora	<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>
Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp.</i>
Hemiptera	<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>
Odonata	<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.*</i>

**Nota.** Se observaron individuos en estadio larvario (\*)

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.

**Tabla 3**

*Abundancia de macroinvertebrados en la laguna Inkamontera*

Punto 1					
Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	24	18	21
Arhynchobdellida	<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	2	1	1
Basommatophora	<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	0	0	0
Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp.</i>	15	11	9
Hemiptera	<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	10	14	12
Odonata	<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	3	2	1
Punto 2					
Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	27	31	35

Arhynchobdellida	<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	0	1	1
Basommatophora	<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	0	0	0
Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp.</i>	27	22	31
Hemiptera	<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	11	9	14
Odonata	<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	1	2	1

#### Punto 3

Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	27	32	37
Arhynchobdellida	<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	0	0	0
Basommatophora	<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	2	2	3
Amphipoda	<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp.</i>	35	33	41
Hemiptera	<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	11	9	14
Odonata	<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	1	2	4

### d. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### i. Instrumentos

##### Calidad de agua:

Para las características fisicoquímicas del agua, se utilizarán como instrumentos de medición a equipos de campo y laboratorio como son pHmetro, equipo multiparámetro, conductímetro, termómetro, equipo SM 2540 C. La determinación de los metales pesados, se realizará con el instrumento de medición equipo de espectrofotometría de absorción atómica. Para medir los parámetros microbiológicos de utilizaran las técnicas de laboratorio SM 9221 F ED 22:2012 y OMS 1997.

##### Diversidad de invertebrados bentónicos:

Para identificar los especímenes colectados de las muestras en la laguna Inkamontera, se utilizará claves dicotómicas y manuales de identificación, el nivel de identificación será el de familia. Así también se utilizará una ficha de registro para anotar la riqueza de especies y la abundancia de macroinvertebrados.

### e. Procedimientos

a. Determinación de las características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera.

Se determinaron los parámetros de campo como temperatura y pH mediante medición directa en la estación de muestreo, mediante un equipo multiparámetro; para los otros parámetros se tomará las muestras de agua siguiendo el protocolo establecido por la Autoridad Nacional del Agua, los cuales fueron rotulados con identificaciones claras, siguiendo el mismo protocolo de la Autoridad Nacional del Agua; posteriormente las muestras fueron remitidas al laboratorio de calidad de agua para su análisis respectivo, los reportes de resultados fueron obtenidos bajo el formato del propio laboratorio y transcritos hacia una base de datos en formato de hoja de cálculo.

**b. Determinación de la concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos (Chibinda et al., 2017):**

Las muestras ya tomadas se remitieron al laboratorio de análisis microbiológico para su análisis, se obtuvo los resultados en los propios formatos del laboratorio y transcritos a la base de datos. Las técnicas de análisis microbiológicas serán las establecidas bajo la normatividad vigente.

**c. Determinación de la concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera:**

Las muestras de agua se remitirán al laboratorio de análisis de calidad de aguas, los resultados se obtendrán en el propio formato del laboratorio y transcrito a la base de datos.

**d. Determinación del estado ecológico ABI de la laguna Inkamontera**

Las muestras obtenidas por la de net, fueron sometidas a un proceso de identificación de los especímenes de macro invertebrados colectados a nivel de familia. Se obtendrán los cálculos del índice mediante la ponderación relativa para cada familia; registrando las sumatorias e interpretar la calidad del agua según el ABI.

**e. Determinación de la abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en Laguna Inkamontera.**

Cuantificar la riqueza expresado en el número de familias identificadas; identificar la abundancia relativa para cada familia expresada en número de individuos; calcular los índices de diversidad de Simpson, Shannon Wiener y de equidad.

f. Establecimiento de la relación entre la calidad de agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera.

Disponer la data en una matriz con la variable calidad de agua y diversidad de invertebrados bentónicos, con sus respectivos indicadores; aplicar el análisis de correlación canónica, e interpretar entre que indicadores se hallan las correspondencias significativas.

#### **f. Método de análisis de datos**

Inicialmente los datos serán registrados en una hoja de cálculo (Excel) y procesados según las técnicas de la estadística descriptiva (promedio, frecuencia, porcentajes, etc.), se aplicó el análisis multivariante de correlación canónica, obtención de gráficos en dos dimensiones para visualizar las correlaciones o correspondencias específicas; los cálculos serán procesados en PAST entre otros.

#### **g. Aspectos éticos**

En el presente trabajo de investigación no se afecta el ambiente de manera directa ni a personas involucradas. El estudio respetará estrictamente la autoría intelectual, realizando las citas de manera correcta y reconociendo los derechos de los autores, además considera la ética en investigación normado por la Universidad César Vallejo RCU N° 0126-2017/UCV. Así también se considera la Resolución Rectoral N° 0089 - 2019/UCV, Reglamento de investigación de la Universidad César Vallejo. El documento tanto en la etapa de proyecto como de informe final serán sometidos al software Turnitin, para verificar la autenticidad de ambos documentos, además se presentará evidencias fácticas como los resultados de laboratorio, fotografías de las etapas de desarrollo entre otros.

## IV. RESULTADOS

### a. Relación entre la calidad de agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera.

En la Tabla 4 y Figura 1, se muestra los resultados del análisis de correlación canónica, el primer eje muestra un 85.79% de explicación de la varianza total, mientras que el segundo eje explica el 14.21% de dicha varianza, con lo que se tiene el 100% de la varianza explicada por estos dos primeros ejes. La probabilidad de significancia (p valor) indica que el análisis de correlación canónica es estadísticamente significativo ( $p=0.004$ ), por tanto, se determina que existe relación entre los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna en la laguna Inkamontera (Eje 1) y la comunidad de macroinvertebrados (Eje 2).

**Tabla 4**

*Correlación entre la calidad del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera*

Eje	Eigenvalue	%	p
1	0.1007	85.79	0.004
2	0.01668	14.21	0.001
3	4.15E-18	3.54E-15	0.131
4	2.70E-18	2.30E-15	0.021
5	8.18E-19	6.97E-16	0.05

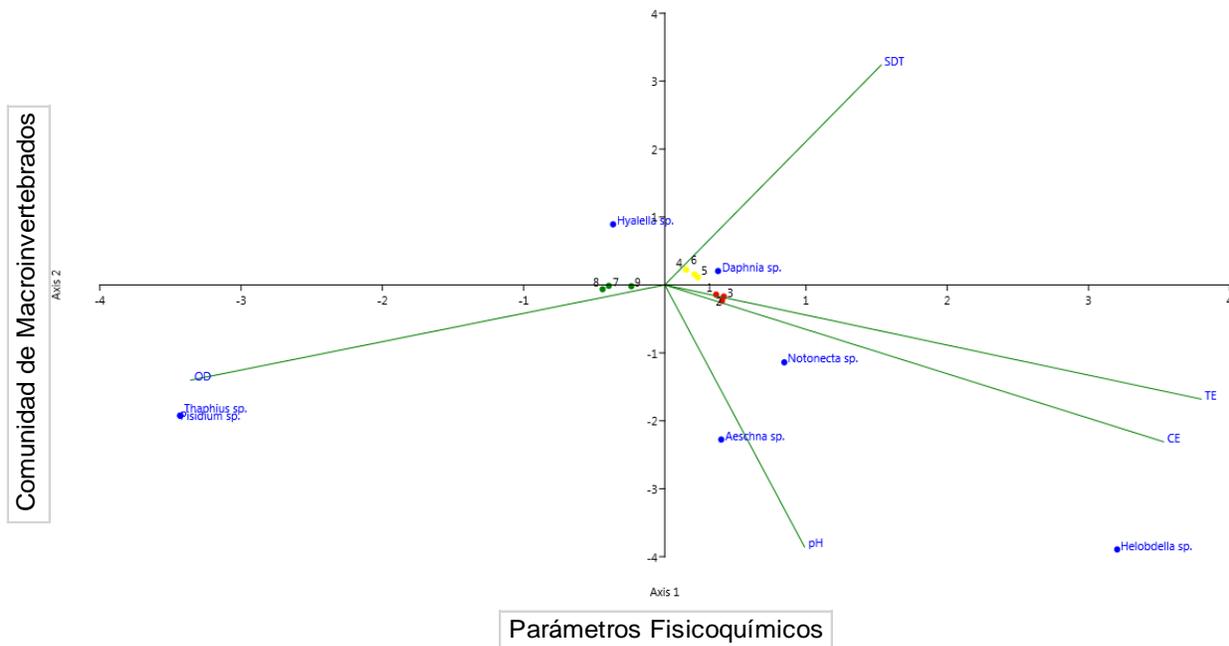
**Nota.** Valores de p menores a 0.05 han sido considerados como significativos

La figura de correlación canónica permite visualizar que *Daphnia sp.* y *Hyalella sp.*, se encuentran bien representadas en los tres puntos de muestreo por su amplia distribución en la laguna, sin embargo, *Helobdella sp.* (sanguijuela) se halla más relacionada al punto 2, puesto que se conoce que esta especie es tolerante a cierto nivel de contaminación, así mismo se tiene que tanto *Taphius sp.* y *Pisidium sp.* se hallan relacionados con el punto 3 de muestreo y se relacionan con aguas con menor grado de contaminación, además estas dos especies muestran mayor relación con los

niveles de oxígeno, puesto que son más sensibles a la reducción del mismos, que es lo que sucede en aguas contaminadas.

**Figura 1**

*Correlación canónica entre la calidad del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera.*



**4.2. Características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera.**

Las características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera, indica que respecto al estándar de calidad de agua se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo, al observarse el ingreso de aguas servidas, se puede señalar que se encuentra en inicio de un proceso de eutrofización.

**Tabla 5**

*Características fisicoquímicas de la laguna Inkamontera*

Parámetros fisicoquímicos	Resultado	Unidades
Conductividad eléctrica in situ	1 400	µS/cm a 25 °C
Oxígeno Disuelto In Situ	7.5	mg/L
pH in situ	8.4	Unidades de pH

Temperatura In Situ	14.9	°C
Sólidos Totales Disueltos	1 004	mg/L

#### 4.3. Concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

En la tabla 3, los resultados del análisis microbiológico y parasitológico, indica que no se halló contaminación evidente de los mismos, lo cual se puede atribuir a que os tratamientos de agua primarios suelen reducir de manera eficiente a estos microorganismos.

**Tabla 6**

*Concentración de parámetros microbiológicos y parasitológicos de la laguna Inkamontera*

<b>Microbiología</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidad</b>
<i>Escherichia coli</i>	< 1.8	NMP/100 mL
<i>Formas parasitarias (Helmintos y Protozoarios Parasitarios)</i>	< 1.0	Org./L
<i>Huevos Helmintos: Acantocéfalos</i>		
<i>Macracanthorhynchus sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Huevos Helmintos: Céstodos</i>		
<i>Diphyllobothrium sp.</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Dipylidium sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Hymenolepis sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Taenia sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Huevos Helmintos: Nemátodos</i>		
<i>Ascaris sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Capillaria sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Enterobius sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Strongyloides sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Toxocara sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Trichostrongylus sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Trichuris sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Uncinarias</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Huevos Helmintos: Tremátodos</i>		
<i>Fasciola sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Paragonimus sp</i>	< 1.00	Huevos/L
<i>Schistosoma sp</i>	< 1.00	Huevos/L
Quistes Protozoarios: Amebas, Flagelados y Ciliados		

<i>Balantidium sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Blastocystis sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Chilomastix sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Endolimax s.p.</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Entamoeba sp.</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Giardia sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Iodamoeba sp</i>	< 1.00	Quistes/L
Quistes Protozoarios: Coccidia		
<i>Cryptosporidium sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Cyclospora sp</i>	< 1.00	Quistes/L
<i>Isospora sp</i>	< 1.00	Quistes/L

#### 4.4. Concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera,

En la Tabla 7, se muestra la concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera, no se evidencia que existan elementos que indiquen alguna forma de contaminación por estos metales.

**Tabla 7**

*Concentración de metales pesados en el agua de la laguna Inkamontera*

Metales Totales	Resultado	Unidad
Aluminio Total	< 0.002	mg/L
Antimonio Total	0.00105	mg/L
Arsénico Total	0.01	mg/L
Azufre Total	235	mg/L
Bario Total	0.0262	mg/L
Berilio Total	< 0.00001	mg/L
Bismuto Total	< 0.00001	mg/L
Boro Total	0.437	mg/L
Cadmio Total	< 0.00001	mg/L
Calcio Total	202	mg/L
Cerio Total	< 0.00001	mg/L
Cobalto Total	< 0.00003	mg/L
Cobre Total	< 0.0003	mg/L
Cromo Total	< 0.001	mg/L
Estaño Total	< 0.00004	mg/L
Estroncio Total	2.4736	mg/L
Fósforo Total	< 0.008	mg/L
Hierro Total	< 0.0300	mg/L
Litio Total	0.0937	mg/L
Magnesio Total	74.6	mg/L
Manganeso Total	0.01659	mg/L

Mercurio Total	< 0.00007	mg/L
Molibdeno Total	< 0.00003	mg/L
Níquel Total	< 0.0009	mg/L
Plata Total	< 0.00006	mg/L
Plomo Total	< 0.00006	mg/L
Potasio Total	12	mg/L
Selenio Total	< 0.00004	mg/L
Sílice Total	< 5.57	mg/L
Silicio Total	2.18	mg/L
Sodio Total	90	mg/L
Talio Total	< 0.00001	mg/L
Titanio Total	< 0.0006	mg/L
Torio Total	< 0.00001	mg/L
Uranio Total	< 0.00001	mg/L
Vanadio Total	< 0.006	mg/L
Wolframio Total	< 0.00002	mg/L
Zinc Total	< 0.002	mg/L

#### 4.5. El estado ecológico ABI de la laguna Inkamontera.

En la Tabla 8, se muestra el cálculo del índice biológico andino de calidad de agua (ABI), para el punto 1 cercano a la descarga de efluentes se tiene un valor de 20, mientras que en el punto 2 a 50 m de distancia también se tiene 20 puntos, en el caso del punto 3 se obtuvo un puntaje de 25 puntos.

Según los rangos establecidos para este índice se tiene que según los macroinvertebrados el agua se halla en calidad mala, esto atribuible a una menor diversidad de macroinvertebrados hallados en las muestras, lo que indicaría que se están produciendo una reducción de diversidad como efectos de un proceso inicial de eutrofización.

**Tabla 8**

*Cálculo del índice ABI para el estado ecológico de la laguna Inkamontera*

Punto 1		Punto 2		Punto 3	
Familia	Puntuación	Familia	Puntuación	Familia	Puntuación
<i>Hirudinidae</i>	3	<i>Hirudinidae</i>	3	<i>Planorbidae</i>	3
<i>Hyalellidae</i>	6	<i>Hyalellidae</i>	6	<i>Hyalellidae</i>	6

<i>Notonectidae</i>	5	<i>Notonectidae</i>	5	<i>Notonectidae</i>	5
<i>Aeshnidae</i>	6	<i>Aeshnidae</i>	6	<i>Aeshnidae</i>	6
-	-	-	-	<i>Sphaeriidae</i>	3
-	-	-	-	<i>Chironomidae</i>	2
Total	20		20		25

#### 4.5. Abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera

En la Tabla 6 se muestra la abundancia de macroinvertebrados en la laguna Inkamontera, se tiene que *Hyaella sp.* es la especie de mayor abundancia relativa en los tres puntos de muestreo, debido al carácter cosmopolita de la misma, sin embargo, este cladocero es considerado como parte del zooplancton, pero que fueron hallados como parte de las muestras, del mismo modo *Hyaella sp.* es un anfípodo común y de amplia distribución en las lagunas altoandinas. Se debe señalar como punto resaltante que la abundancia de los gasterópodos fue reducida y su presencia sólo se presentó en el punto 3, esto indica que los mismos son indicadores de una mejor calidad de agua, mientras que por otro lado *Helobdella sp.* que es hirudineo es señalado como indicador de aguas con algún problema de contaminación por eutrofización.

**Tabla 9**

*Abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera*

<b>Punto 1</b>	<b>A 2 m.</b>	<b>Muestra 1</b>		<b>Muestra 2</b>		<b>Muestra 3</b>		<b>Total</b>	
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	24	44.44	18	39.13	21	47.73	63	<b>43.75</b>
<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	2	3.70	1	2.17	1	2.27	4	2.78
<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Hyaellidae</i>	<i>Hyaella sp.</i>	15	27.78	11	23.91	9	20.45	35	24.31
<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	10	18.52	14	30.43	12	27.27	36	25.00
<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	3	5.56	2	4.35	1	2.27	6	4.17
	Total	54	100.00	46	100.00	44	100.00	144	100.00
<b>Punto 2</b>	<b>A 50 m.</b>	<b>Muestra 1</b>		<b>Muestra 2</b>		<b>Muestra 3</b>		<b>Total</b>	
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>

<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	27	40.91	31	47.69	35	42.68	93	<b>43.66</b>
<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	0	0.00	1	1.54	1	1.22	2	0.94
<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Hyalellidae</i>	<i>Hyalella sp.</i>	27	40.91	22	33.85	31	37.80	80	37.56
<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	11	16.67	9	13.85	14	17.07	34	15.96
<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	1	1.52	2	3.08	1	1.22	4	1.88
	Total	66	100.00	65	100.00	82	100.00	213	100.00
<b>Punto3</b>	<b>A 100 m.</b>	<b>Muestra 1</b>		<b>Muestra 2</b>		<b>Muestra 3</b>		<b>Total</b>	
<b>Familia</b>	<b>Especie</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
<i>Daphniidae</i>	<i>Daphnia sp.</i>	27	31.40	32	35.56	37	34.58	96	<b>33.92</b>
<i>Hirudinidae</i>	<i>Helobdella sp.</i>	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
<i>Planorbidae</i>	<i>Thaphius sp.</i>	2	2.33	2	2.22	3	2.80	7	2.47
<i>Hyalellidae</i>	<i>Hyalella sp.</i>	35	40.70	33	36.67	41	38.32	109	38.52
<i>Notonectidae</i>	<i>Notonecta sp.</i>	11	12.79	9	10.00	14	13.08	34	12.01
<i>Aeshnidae</i>	<i>Aeschna sp.</i>	1	1.16	2	2.22	4	3.74	7	2.47
<i>Sphaeriidae</i>	<i>Pisidium sp.</i>	1	1.16	1	1.11	1	0.93	3	1.06
<i>Chironomidae</i>	<i>Chironomus sp.</i>	9	10.47	11	12.22	7	6.54	27	9.54
	Total	86	100.00	90	100.00	107	100.00	283	100.00

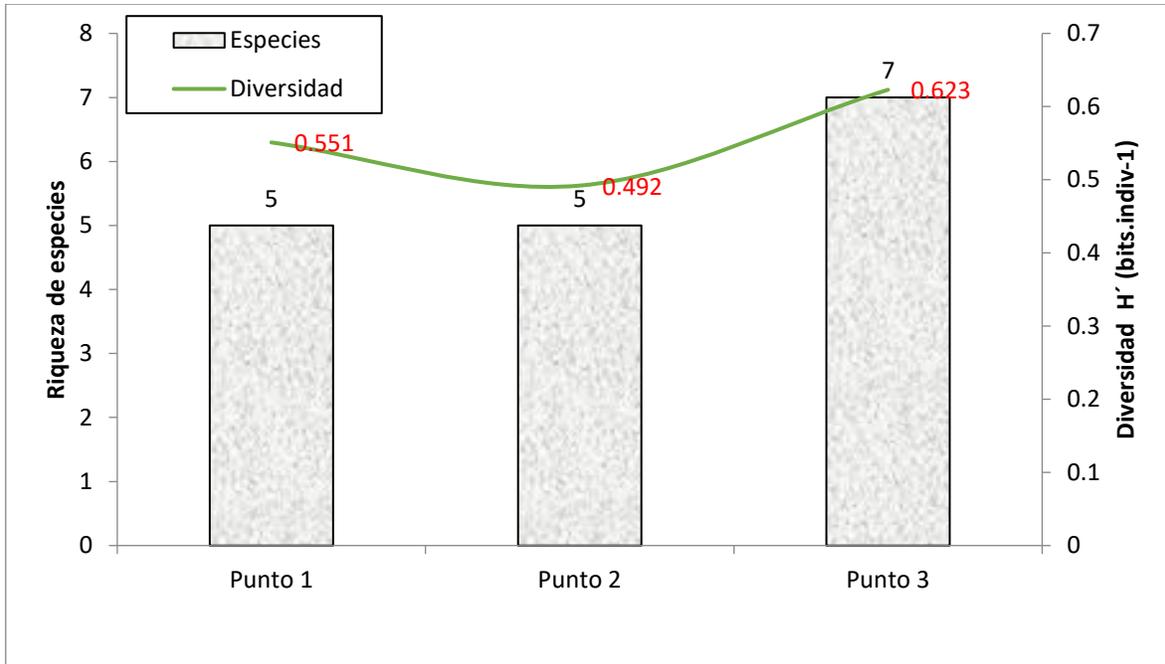
**Tabla 10**

*Análisis de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera*

Zona	Punto1			Punto 2			Punto 3		
Muestra	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Shannon H' Log Base 10.	0.569	0.561	0.523	0.475	0.506	0.495	0.617	0.626	0.628
Shannon Hmax Log Base 10.	0.699	0.699	0.699	0.602	0.699	0.699	0.845	0.845	0.845
Shannon J'	0.815	0.802	0.748	0.789	0.724	0.709	0.73	0.741	0.743

**Figura 2**

*Análisis de la diversidad de invertebrados bentónicos en la Laguna Inkamontera*



En la Tabla 10 y Figura 2, se evidencia que la riqueza de especies fue igual en los puntos 1 y 2 (5 especies), mientras que en el punto 3 se determinaron 7 especies, respecto a los índices de diversidad, el más alto fue en el punto 3, atribuible tanto a una mayor riqueza como abundancias relativas homogéneas, por tanto, se indica que la diversidad se ve disminuida en los puntos 1 y 2 que muestra algún grado de contaminación.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio evidencian la relación entre la calidad del agua, expresados en sus parámetros fisicoquímicos, y la diversidad de macroinvertebrados, por tanto, se confirma las teorías que señalan que estos microorganismos son buenos indicadores del estado de calidad en que se encuentra un cuerpo de agua, como es el caso de la laguna altoandina de Inkamontera.

En este mismo sentido Abubakr et al. (2018) indican que existen especies que son tolerantes a la presencia de materia orgánica y al ingreso de aguas servidas, además señala que los macroinvertebrados son eficientes para indicar la mala calidad del agua, lo cual respalda los resultados del presente estudio, sin embargo, se debe resaltar que los macroinvertebrados indicadores deben ser propios de la zona de estudio.

Tapia et al. (2018) respecto al uso de macroinvertebrados en lagunas altoandinas, indica que el índice ABI, es un factor predominante para determinar las condiciones de un cuerpo de agua, puesto que, dependiendo de su composición, sobre todo de la presencia de un mayor número de familias, se puede identificar cual es la calidad del agua, esto lo compartimos en los resultados, puesto que se evidenció la presencia de macroinvertebrados indicadores de procesos de eutrofización como los hirudineos.

Racchumi (2020), señala que encontró con la mayor abundancia a la familia Daphniidae, en el presente estudio también se reporta como la más abundante, sin embargo, debemos resaltar que al tratarse de especies que componen el zooplancton, esta familia no es incorporado en el cálculo del índice ABI.

Al respecto Cuevas (2018), investigó macroinvertebrados bentónicos y los parámetros fisicoquímicos en Chucuito (lago Titicaca), determinado que estos microorganismos son útiles para evaluar la calidad del agua, lo cual también indicamos en las conclusiones del presente estudio.

Finalmente, los resultados corroboran la utilidad de los macroinvertebrados como indicadores biológicos de la calidad el agua, en este caso de una laguna altoandina,

además de la utilidad del índice ABI que ha sido ampliamente utilizado específicamente para lagunas de los altos andes.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó la existencia de relación entre la calidad de agua respecto a los parámetros fisicoquímicos y la diversidad de invertebrados bentónicos ( $p=0.004$ ), *Daphnia sp.* y *Hyaella sp.* son de vida cosmopolita y estuvieron presentes en los tres puntos de muestreo, *Helobdella sp.* (sanguijuela) se encuentra representado en el punto con evidencias de contaminación, *Taphius sp.* y *Pisidium sp.* se hallan relacionados con el punto 3 de muestreo con aguas con mayor contenido de oxígeno y menor contaminación en la laguna Inkamontera.
2. Las características fisicoquímicas del agua de la laguna Inkamontera, indica que respecto al estándar de calidad de agua se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo, se observa indicios de un proceso inicial de eutrofización por la descarga del efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales.
3. El análisis microbiológico y parasitológico de las muestras de agua, indica que no se halló contaminación evidente por estos microorganismos patógenos en la laguna Inkamontera.
4. La concentración de metales pesados en las muestras de agua de la laguna Inkamontera, no se evidencia que existan elementos que indiquen alguna forma de contaminación por estos metales.
5. El estado ecológico según el índice biológico altoandino (ABI) de la laguna Inkamontera, indica para el punto 1 cercano a la descarga de efluentes un valor de 20, en el punto 2 a 50 m de distancia también 20 puntos, en el punto 3 se obtuvo un puntaje de 25 puntos, según el rango establecido las muestras se hallan en nivel malo de calidad, explicado por una menor diversidad de invertebrados observados sobre todo en los P1 y P2 cercanos al efluente.
6. La abundancia relativa de la diversidad de invertebrados bentónicos, estuvo representada por *Daphnia sp.* con mayor abundancia, debido a su carácter cosmopolita, seguido de *Hyaella sp.* anfípodo común y de amplia distribución en lagunas altoandinas, la abundancia de los gasterópodos fue reducida y su

presencia restringida al punto 3, *Helobdella sp.* señalado como indicador de aguas contaminadas en proceso de eutrofización presentó una baja abundancia.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda, realizar investigaciones que abarquen tanto la época de estiaje como de avenida (lluviosa y seca), tanto para la calidad de agua como para invertebrados, al poder existir variaciones por las variables climáticas.
2. Se sugiere Ejecutar evaluaciones en otras lagunas altoandinas, sobre todo las ubicadas en cabecera de cuenca en la parte norte de la región Puno, que debido a la actividad minera podrían verse afectados tanto en calidad como diversidad de macroinvertebrados.
3. Otras de las recomendaciones es validar otros índices de calidad de agua mediante organismos biológicos, adaptándolos para las condiciones particulares de las lagunas altoandinas.
4. Recomendamos también realizar ensayos de toxicidad tanto aguda como crónica, para verificar si las aguas del efluente de la PTAR en la laguna Inkamontera pueden causar la mortalidad de los macroinvertebrados.
5. Se recomienda evaluar específicamente la calidad de agua respecto a los valores de nitrógeno y fósforo en sus diferentes composiciones, lo que permitiría determinar el estado de eutrofización de la laguna Inkamontera.
6. Recomendamos relacionar los índices de calidad de agua que incorporan indicadores físicos, químicos y microbiológicos, con los índices en base a macroinvertebrados, para tener una visión integral de la calidad.

## VIII. REFERENCIAS

- Abubakr, A., Ahmad, A., Balkhi, M., & Malik, R. (2018). Macro-Invertebrates (Annelida; Oligochaeta) As Bio-Indicator of Water Quality under Temperate Climatic Conditions. *En t. J. Aplicación pura. Biosci*, 6, 726-737. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Adnan-Abubakr/publication/323820455\\_Macro-Invertebrates\\_Annelida\\_Oligochaeta\\_As\\_Bio-Indicator\\_of\\_Water\\_Quality\\_under\\_Temperate\\_Climatic\\_Conditions/links/5e58aa6892851cefa1ca08b3/Macro-Invertebrates-Annelida-Oligochaeta](https://www.researchgate.net/profile/Adnan-Abubakr/publication/323820455_Macro-Invertebrates_Annelida_Oligochaeta_As_Bio-Indicator_of_Water_Quality_under_Temperate_Climatic_Conditions/links/5e58aa6892851cefa1ca08b3/Macro-Invertebrates-Annelida-Oligochaeta)
- Alva, L. J. (2018). *Determinacion de la calidad del agua de la laguna azul de Sauce para su uso segun estandares de calidad ambiental* (. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martin Tarapoto. Obtenido de <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2891/AMBIENTAL%20-%20Luis%20Junior%20Alva%20Pinedo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Avery, J., & Hoffmann, P. (2018). Selenium, Selenoproteins, and Immunity. *Nutrientes*, 10(9), 1-20. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/9/1203>
- Ayala, R., & Azcona, M. I. (2017). Efectos tóxicos del manganeso. *Rev Esp Méd Quir*, 22, 72-75. Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/quirurgicas/rmq-2017/rmq172d.pdf>
- Aydemir, E., Özbek, M., Yardım, Ö., Yıldız, S., Taşdemir, A., Rasouli, H., & Gürbüz, P. (2021). Diversity of benthic macroinvertebrates and water quality of Karasu Stream (Black Sea). *Revista Ege de Pesca y Ciencias Acuáticas*, 38(4), 467-477. Obtenido de <http://www.egejfas.org/en/download/article-file/1673180>
- Baby, R., Saifullah, B., & Zobir, M. (2019). Carbon Nanomaterials for the Treatment of Heavy Metal-Contaminated Water and Environmental Remediation. *Cartas de*

*investigación a nanoescala*, 14, 1-17. Obtenido de <https://nanoscalereslett.springeropen.com/articles/10.1186/s11671-019-3167-8>

Baca, S., Rios, P., & Rojas, J. (2015). Importancia del magnesio en la dieta humana. Artículo de revision, 5, 177-189. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/Dialnet-ImportanciaDelMagnesioEnLaDietaHumana-6583446.pdf>

Baena, G. (2017). Metodología de la Investigación. In E. Callejas (Ed.), Metodología de la investigación (3a. ed.) (3rd ed., Issue 2017). Editorial Patria S.A. <file:///C:/Users/Tony Sanchez/Downloads/metodologia de la investigacion Baena 2017.pdf>

Basuri, C., Pazhaniyappan, E., Kumaraswami, M., Chandrasekaran, M., Vinjamur, R., Karr, R., & Mallavarapu, R. (2020). Composition and distribution of planktonic ciliates with indications to water quality in a shallow hypersaline lagoon (Pulicat Lake, India). *Investigación de la ciencia ambiental y la contaminación*, 27(15), 18303-18316. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-020-08177-6>

Bejaoui, S., Michan, C., Telahigue, K., Nechi, S., Cafsi, M., Soudani, N., . . . Alhama, J. (2020). Metal body burden and tissue oxidative status in the bivalve *Venerupis decussata* from Tunisian coastal lagoons. *Investigacion ambiental marina*, 159, 1-49. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113620300945>

Bernal, C. (2010). Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales (3rd ed.). Pearson Educación.

Cabezas, E., Andrade, D., & Torres, J. (2018). Introducción a la metodología de la investigación científica (1st ed.). Universidad de las Fuerzas Armadas.

Campos, M. C., Beltran, M., Fuentes, N., & Moreno, G. (2018). Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola,

- biosólidos, suelos y pastos. *Biomedica*, 38, 42-53. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bio/v38n1/0120-4157-bio-38-01-00042.pdf>
- Chen, J., Xiao, S., Wu, X., Fang, K., & Liu, W. (2015). Determination of lead in water samples by graphite furnace atomic absorption spectrometry after cloud point extraction. *Talanta*, 67, 1-6. Obtenido de <file:///C:/Users/User/Downloads/0c960522bcc20e88f8000000.pdf>
- Chibinda, C., Arada, M., & 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>
- Collazo, P. (2015). Bases conceptuales y muestreo de la calidad del agua. In Evento en marco del II encuentro nacional sobre gestión de información asociada al agua y red básica nacional de monitoreo de aguas subterráneas (p. 62).
- Corwin, D., & Yemoto, K. (2020). Salinity: Electrical conductivity and total dissolved solids. *Revista de la Sociedad de Ciencias del Suelo de América*, 84(5), 1442-1461. Obtenido de <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/saj2.20154>
- Cuevas, A. B. (2018). *Macroinvertebrados bentónicos como referentes de la calidad de aguas del lago titicaca en el centro de investigacion y tratamiento tecnologico Chucuito-Puno*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9155/Cuevas\\_Alave\\_An\\_a\\_Belen.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/9155/Cuevas_Alave_An_a_Belen.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cusiche, L. F., & Miranda, G. A. (2019). Contaminación por aguas residuales e indicadores de calidad en la reserva nacional 'Lago Junín', Perú. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10 (4). Obtenido de [file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorAguasResidualesEIndicadoresDeCalid-7108554%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-ContaminacionPorAguasResidualesEIndicadoresDeCalid-7108554%20(1).pdf)

- Custodio, M., Peñaloza, R., Chaname, F., Yaranga, R., & Pantoja, R. (2018). *Journal of Ecological Engineering*, 19(6), 24-33. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/Assessment\_of\_the\_aquatic\_environment.pdf
- Custodio, M., Peñaloza, R., Chaname, F., Yaranga, R., & Pantoja, R. (2018). Assessment of the aquatic environment quality of high Andean lagoons using multivariate statistical methods in two contrasting climatic periods. *Ingeniería ecológica*, 19(6), 24-34. Obtenido de <https://bibliotekanauki.pl/articles/123478>
- Denamour, E., Clermont, O., Bonacorsi, S., & Gordon, D. (2021). The population genetics of pathogenic *Escherichia coli*. *Nature Reviews Microbiología*, 19, 37-54. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/s41579-020-0416-x>
- Donoso, R., Valenzuela, B., Soto, A., Muñoz, V., & Valenzuela, I. (2020). Producción chilena de molibdeno: influencia en el mercado mundial y su comportamiento exportador (2007-2016) \*7. *Revista de economía del rosario*, 23, 149-172. Obtenido de file:///C:/Users/User/Downloads/8629-Texto%20del%20art%C3%ADculo-33805-3-10-20200625.pdf
- Ertas, A., Boz, T., & Tuney, I. (2021). Determination of Benthic Macroinvertebrate Fauna and Some Physicochemical Properties of Balaban Lake (Menderes-Izmir). *Ciencias Acuáticas e Ingeniería*, 36(3), 116-125. Obtenido de <https://dergipark.org.tr/en/pub/ase/issue/61242/821658>
- Foto, S., Dzavi, J., Kenfack, C., Belmond, E., & Ntchantcho, R. (2019). Impact of the Anthropogenic Activities on the Diversity and Structure of Benthic Macroinvertebrates in Tropical Forest Stream. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies*, 15(1), 281-292. Obtenido de C:/Users/User/Downloads/996-2413-1-PB.pdf
- Franco, P., Franco, P., Sulca, D., & Oyague, E. (2020). Comunidades acuáticas de la laguna Aricota de Candarave. *Ciencia y desarrollo*, 19 (26), 97-111. Obtenido de <https://revistas.unjbg.edu.pe/index.php/cyd/article/view/937/1061>

- Gasque, L. (2018). aluminio. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/Aluminio\\_EQ%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Aluminio_EQ%20(1).pdf)
- Genchi, G., Carocci, A., Lauria, G., Sinicropi, M. S., & Catalano, A. (2020). Nickel: Human Health and Environmental Toxicology. *Revista internacional de investigación ambiental y salud pública*, 17(3), 1-21. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1660-4601/17/3/679>
- Gonzales, C. A., Vallarino, A., Perez, J. C., & Low, A. (2016). Bioindicadores gaurdianes de nuestro futuro ambiental. 1-28. Obtenido de [http://areas-naturales-protegidas.org/renanp/pdfs/libros/Dr\\_Ortiz\\_Bentonicos\\_Bioindicadores.pdf](http://areas-naturales-protegidas.org/renanp/pdfs/libros/Dr_Ortiz_Bentonicos_Bioindicadores.pdf)
- Hernández, A., Ramos, M., Placencia, B., Indacochea, B., Quimis, A., & Moreno, L. (2018). Metodología de la investigación científica (1st ed.). Area de Innovación y Desarrollo. <https://doi.org/10.17993/ccyll.2018.15>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6th ed.). McGraw-Hill Interamericana. [http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología de la investigación.pdf](http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/bitstream/54000/1292/1/Hernández-Metodología%20de%20la%20investigación.pdf)
- Hyder, A., Buledi, J., Nawaz, M., Rajpar, D., Hassan, Z., Orooji, Y., . . . Solangi, A. (2022). Identification of heavy metal ions from aqueous environment through gold, Silver and Copper Nanoparticles: An excellent colorimetric approach. *Environmental Research*, 205, 1-12. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001393512101776X>
- Kisi, O., Alizamir, M., & Docheshmeh, A. (2020). Dissolved oxygen prediction using a new ensemble method. *Investigación de ciencia ambiental y contaminación*, 27(9), 9589-9603. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-019-07574-w>

- Kumar, A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Pinto, C., Shabnam, A., Jigyasu, D., . . . Guo, Z. (2021). Bio-remediation approaches for alleviation of cadmium contamination in natural resources. *Quimiosfera* (268), 1-23. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653520330538>
- Li, P., & Wu, J. (2019). Drinking Water Quality and Public Health. *Exposicion y salud*, 11(2), 73-79. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12403-019-00299-8>
- Lia, J., Zhengb, B., Hea, Y., Zhoua, Y., Chenad, X., Ruane, S., . . . Tang, L. (2018). Antimony contamination, consequences and removal techniques: A review. *Ecotoxicología y Seguridad Ambiental*, 156, 125-134. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651318302008>
- Liu, J., Luo, X., Sun, Y., Tsang, D., Qi, J., Zhang, W., . . . Sheng, G. (2019). Thallium pollution in China and removal technologies for waters: A review. *Medio ambiente internacional*, 126, 771-790. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412018329507>
- Lopez, S. R. (2018). Evaluacion de la calidad del agua respecto a metales pesados presentes en el rio Tambo Provincia de Islay 2016-2018. Arequipa: Universidad Nacional San Agustin de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/8894/AMloarsr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mellado, P. F. (2018). Factores que favorecen e impiden la absorción. Madrid: Universidad complutense. Obtenido de <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/PATRICIA%20FERNANDEZ-MELLADO%20GOMEZ.pdf>
- Meneses, Y., Castro, M. I., & Jaramillo, A. M. (2019). Comparacion de la calidad del agua en dos rios altoandinos mediante el uso de los indices BMWP/COL.y ABI. *Acta biologica colombiana*, 24(2), 299-310. Obtenido de

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2019000200299](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2019000200299)

Mezgebu, A., Lakew, A., & Lemma, B. (2019). Water quality assessment using benthic macroinvertebrates as bioindicators in streams and rivers around Sebeta, Ethiopia. *Revista Africana de ciencias acuaticas* , 44(4), 361-367. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2989/16085914.2019.1685450>

Molocho, F. (2019). *Determinación de la calidad del agua de la quebrada Shitariyacu mediante el uso de macro invertebrados bentónicos como bioindicadores en el distrito de Zapatero – san Martín 2017*. Tarapoto: Universidad Peruana Union. Obtenido de [file:///C:/Users/User/Downloads/Fany\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/Fany_Tesis_Licenciatura_2019.pdf)

Mora, P. T. (2019). *Evaluacion multisectorial de la contaminacion por mercurio en agua extraida del rio Lenguzaque, en el Municipio de Lenguzape, Cundinamarca*. Argentina: Universidad Libre. Obtenido de <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/19152/MORA%20MENA%2064131102.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno, C. D., & Tellez, E. (2020). *Evaluación del potencial de biosorción de Cromo mediante microalgas nativas aisladas del Rio Tunjuelito en Bogotá D.C, para descontaminación por cromo hexavalente*. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36737/FicorremediacionRioTunjuelitoTellezMoreno2020.pdf?sequence=3>

Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación* (1st ed.). Oxford University Press.

Njoku, P., & Benedict, B. (2020). Potential health risk and levels of heavy metals in water resources of lead–zinc mining communities of Abakaliki, southeast Nigeria. *Ciencias de aguas aplicadas*, 10(7), 1-23. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13201-020-01233->

z??utm\_source=other\_website&error=cookies\_not\_supported&code=903c77a4-f6ff-4dd6-9af0-dc8d50fcc811

Nkwoji, J., Ugbana, S., & Salwany, M. (2020). Impacts of land based pollutants on water chemistry and benthic macroinvertebrates community in a coastal lagoon, lagos, nigeria. *cientifico africano*, 7, 1-12. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227619307811>

Parra, C., Quijije, G., & Sanguña, G. (2018). Relacion entre el agua de los rios y el uso del suelo en el canto santa rosa. *Sistema de información geográfica*, 3, 1-5. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Genny-Quijije/publication/335543236\\_RELACION\\_ENTRE\\_LA\\_CALIDAD\\_DEL\\_AGUA\\_DE\\_LOS\\_RIOS\\_Y\\_EL\\_USO\\_DEL\\_SUELO\\_EN\\_EL\\_CANTON\\_SANTA\\_ROSA\\_-\\_PROVINCIA\\_DEL\\_ORO/links/5d6cdc69a6fdcc547d721ed6/RELACION-ENTRE-LA-CALIDAD-DEL-AGUA-DE-LOS](https://www.researchgate.net/profile/Genny-Quijije/publication/335543236_RELACION_ENTRE_LA_CALIDAD_DEL_AGUA_DE_LOS_RIOS_Y_EL_USO_DEL_SUELO_EN_EL_CANTON_SANTA_ROSA_-_PROVINCIA_DEL_ORO/links/5d6cdc69a6fdcc547d721ed6/RELACION-ENTRE-LA-CALIDAD-DEL-AGUA-DE-LOS)

Peana, M., Medici, S., Dadar, M., Zoroddu, M. A., Pelucelli, A., Chasapis, C., & Bjørklund, G. (2021). Environmental barium: potential exposure and health hazards. *Archivos de toxicologia*, 95(8), 2605-2612. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00204-021-03049-5>

Perez, C. (2009). Técnicas de muestreo estadístico (G. G. EDITORIAL (ed.); 1st ed.).

Pernia, B., Mero, M., Cornejo, X., Ramirez, N., Ramirez, L., Bravo, K., . . . Zambrano, J. (2018). Determinación de cadmio y plomo en agua, sedimento y organismos bioindicadores en el Estero Salado, Ecuador. *Enfoque*, 9(2), 89-105 . Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v9n2/1390-6542-enfoqueute-9-02-00089.pdf>

Ponce, F. J. (2019). *Macroinvertebrados bentonicos en principales zonas de contaminacion de la bahia Puno-Lago Titicaca*. Puno: Universidad nacional del Altiplano. Obtenido de

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16738/Ponce\\_Herrera\\_Fridian\\_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/16738/Ponce_Herrera_Fridian_Jose.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Popper, K. (1980). La lógica en la investigación científica. In 1980 (5th ed.). Tecnos S.A. <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2016.01.006>

Racchumi, R. (2020). *macroinvertebrados bentónicos y algunos parámetros físicos químicos y microbiológicos de la laguna Imiria, Ucayali Peru 2019*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/16790/Racchumi%20ca%C3%B1a%20Ricardo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rodriguez, A., Roldan, J., & Bopp, G. (2021). Macroinvertebrados bentónicos indicadores de calidad biológica del agua de lagunas altoandinas, La libertad-Peru. *Revista de investigación científica Rebiol*, 41(1), 91-101. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/facccbiol/article/view/3609/4285>

Salamanca, S. L. (2020). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de calidad en el Lago Titicaca: Bahía Interior de Puno. *Revista de Investigación: Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 6(2), 1-11. Obtenido de [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/article/view/1453](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/1453)

Sánchez, M., Rosas, J., & Mendoza, V. (2018). Metodología de la investigación. Un enfoque práctico (1st ed.). Universidad Autónoma de México. [http://www.dgire.unam.mx/contenido\\_wp/bibliotecas/catalogacion.html](http://www.dgire.unam.mx/contenido_wp/bibliotecas/catalogacion.html)

Shahab, A., Qi, S., & Zaheer, M. (2019). Arsenic contamination, subsequent water toxicity, and associated public health risks in the lower Indus plain, Sindh province, Pakistan. *Investigación de la ciencia ambiental y la contaminación*, 26(30), 30642-30662. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-018-2320-8>

Solis, Y., Zuñiga, L. A., & Mora, D. (2018). La conductividad como parámetro predictivo de la dureza del agua en pozos y nacientes de Costa Rica. *Revista de tecnología*

en *marcha*, 31(1), 35-46. Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822018000100035&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0379-39822018000100035&script=sci_arttext)

Tapia, L., Sanchez, T., Baylon, M., Jara, E., Arteaga, C., Maceda, D., & Salvatierra, A. (2018). Invertebrados bentonicos como bioindicadores de calidad de agua en lagunas altoandinas. *Ecologia aplicada*, 17(2), 149-163. Obtenido de <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v17n2/a16v17n2.pdf>

Taylor, T., Ding, M., Ehler, D., Foreman, T., Kaszuba, J., & Sauer, N. (2020). Journal of Environmental Science and Health, Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering . Revista sobre ciencia medioambiental y salud. Parte A, Sustancias tóxicas/peligrosas e ingeniería ambiental , 47(7), 37-71. Obtenido de <https://europemc.org/article/med/22486661>

Uddin, G., Nash, S., & Olberth, A. (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Indicadores ecologicos*, 122, 1-22. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20311572>

Valipour, M., Bateni, S., & Jun, C. (2021). Global Surface Temperature: A New Insight. *Clima*, 9(5), 1-14. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2225-1154/9/5/81/htm>

Vannucci, L., Fossi, C., Quatrini, S., Guasti, L., Pampaloni, B., Gronchi, G., . . . Brandi, M. L. (2018). Calcium Intake in Bone Health: A Focus on Calcium-Rich Mineral Waters. *Nutrientes*, 10(12), 1-12. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2072-6643/10/12/1930>

Villena, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peru medica expansion salud pública*, 35(2), 304-308. Obtenido de <https://www.scielosp.org/pdf/rpmesp/2018.v35n2/304-308/es>

Zeitoun, R., & Biswas, A. (2020). Review—Potentiometric Determination of Phosphate Using Cobalt: A Review. *Revista de la sociedad electroquímica*, 167(12), 1-8. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1149/1945-7111/abad6c/meta>

## ANEXO

### Anexo 1. Matriz de Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala	Valor	Instrumento
Calidad de agua	La Calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar (Villena 2018)	la calidad del agua determinada a partir de sus características físico químicas, la concentración de metales pesados, microbiológicos y parasitológicos	Características físico-químicas	pH	numérico	escala de pH	pHmetro
				Oxígeno Disuelto		mg/L	Multiparámetro
				Conductividad Eléctrica		µS/cm	Cundictimetro
				Temperatura		°C	Termometro
				solidos totales disueltos		mg/L	SM 2540 C
			Concentración de metales pesados	aluminio	numérico	mg/L	Espectrofotometría de absorción atómica
				Antimonio			
				arsénico			
				Bario			
				berilio			
				boro			
				cadmio			
				calcio			
				cobalto			
				cobre			
				cromo			
hierro							
magnesio							
manganeso							

				mercurio			
				molibdeno			
				Niquel			
				plomo			
				selenio			
				talio			
				vanadio			
				zinc			
			Parámetros microbiológicos y parasitológicos	eschericha coli	numérico	NMP/100 ml	SM 9221 F ED 22:2012
				huevos y helmintos		Huevo/L	OMS 1997
Diversidad de invertebrados bentónicos	Los macro invertebrados bentónicos son organismos cuya vida, o parte de ella se desarrolla en el agua, estos incluyen principalmente insectos (tricópteros, efímeras, moscas, escarabajos, chinches de agua, libélulas, entre otros), anélidos	Se determinará los macro invertebrados bentónicos presentes en la Laguna Inkamontera (familias y especies)	Estado ecológico ABI para ríos altoandinos	Número de familias de invertebrados bentónicos	ordinal	Muy Bueno (> 74) Bueno (45 - 74) Moderado (27 - 44 ) Malo (<27) Pesimo (<11)	
			Abundancia relativa	número de organismos por unidad de superficie	numérica	n° orgs/m2	Análisis de similitud porcentual

	<p>(lombrices de agua y sanguijuelas), moluscos y crustáceos. Estos son importantes en la ecología fluvial debido a su respuesta a perturbaciones en el ecosistema (Davila et al., 2019)</p>						
--	--	--	--	--	--	--	--

## Anexo 2. Constancia de Análisis Microbiológico de macroinvertebrados

### CONSTANCIA

El que suscribe hace constar, que le fueron remitidas 9 muestras con contenido de macroinvertebrados, los cuales fueron identificados considerando el orden, familia y especie. Los resultados fueron para el estudio "Relación entre la calidad ambiental del agua y la diversidad de invertebrados bentónicos en la laguna Inkamontera".

Tabla 1. Identificación de macroinvertebrados en la laguna Inkamontera

Orden	Familia	Especie
Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.
Arhynchabdelίδα	Hirudinidae	<i>Helobdella</i> sp.
Basommatophora	Planorbidae	<i>Thaphius</i> sp.
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeschna</i> sp. *

Se observaron individuos en estadio larvario (\*).

Tabla 2. Abundancia de macroinvertebrados en la laguna Inkamontera

Punto 1					
Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.	24	18	21
Arhynchabdelίδα	Hirudinidae	<i>Helobdella</i> sp.	2	1	1
Basommatophora	Planorbidae	<i>Thaphius</i> sp.	0	0	0
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	15	11	9
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	10	14	12
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeschna</i> sp.	3	2	1
Punto 2					
Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.	27	31	35
Arhynchabdelίδα	Hirudinidae	<i>Helobdella</i> sp.	0	1	1
Basommatophora	Planorbidae	<i>Thaphius</i> sp.	0	0	0
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	27	22	31
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	11	9	14
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeschna</i> sp.	1	2	1
Punto 3					
Orden	Familia	Especie	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
Cladocera	Daphniidae	<i>Daphnia</i> sp.	27	32	37
Arhynchabdelίδα	Hirudinidae	<i>Helobdella</i> sp.	0	0	0
Basommatophora	Planorbidae	<i>Thaphius</i> sp.	2	2	3
Amphipoda	Hyalellidae	<i>Hyalella</i> sp.	35	33	41
Hemiptera	Notonectidae	<i>Notonecta</i> sp.	11	9	14
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeschna</i> sp.	1	2	4

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 vienen por pertinente.



Miguel August López Ruelas

Licenciado en Biología.

GRADUADO	GRADO O TÍTULO	INSTITUCIÓN
LOPEZ RUELAS, MIGUEL AUGUSTO DNI 81256246	BACHILLER EN CIENCIAS BIOLÓGICAS Fecha de diploma: 25/01/1998 Modalidad de estudios: - Fecha matriculación: Sin información (**) Fecha egreso: Sin información (**)	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PERU
LOPEZ RUELAS, MIGUEL AUGUSTO DNI 81256246	LICENCIADO EN BIOLOGÍA Fecha de diploma: 30/12/1998 Modalidad de estudios: -	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PERU

### Anexo 3. Cadena de Custodia



### CADENA DE CUSTODIA / SOLICITUD DE ANÁLISIS

PARA SER LLENADO POR COMERCIAL AGQ		Pág.	de
N° Presupuesto / Contrato	1250-PE-2203-00045	Cod. Cliente	PE01-000269/8
N° Proyecto / Estudio		N° Dire. Entrega	

CLIENTE / RUC		Rud.7 Guadalupe Inovente mercado Prima Catali:th buvagon Pecco		Preserv.	pH>9																		
CONTACTO		angel urade			Envase	pH<2																	
TELÉFONO / e-mail		anpisa@ingenieros.com.pe / .com		E																			
DATOS DE CLIENTE TERCERO				P																			
RAZÓN SOCIAL				V																			
DATOS DEL PROYECTO				ANÁLISIS REQUERIDOS																			
NOMBRE DEL PROYECTO		monitoreo y Analisis de Agua Superficial de Laguna Inkamontera		PARÁMETROS																			
LUGAR DE MUESTREO (Finca / Área)		Laguna Inkamontera		Parámetros In Situ																			
CONTACTO AGQ		Robert Antay		Indicar con una [X] los recuadros inferiores según los análisis requeridos por cada muestra																			
Código de Laboratorio	Punto de Muestreo (Descripción)	Fecha (dd-mm-aa)	Hora (24:00)	Tipo de muestra* Sub tipo**	Coordenadas UTM (E-N-HUSO)	Número de alícuotas/frascos por punto de muestreo	Análisis tipo Aplicable (AT)	Muestras de Hídrico (Cuerpos de Agua)	metales totales	E. Coli	Solubilidad	Dureza total	PH	Conductividad	oxígeno disuelto	temperatura							
202/030494	Inkamontera	18-03-22	8:00	3B	E:359382 N: 8371410	1	PE07-20026917-1	X	X	X	X												
* Tipo de Muestra (Categoría)		** Sub Tipo (Sub categoría)		* Tipo de Muestra (Categoría)		** Sub Tipo (Sub categoría)		* Tipo de Muestra		** Sub Tipo													
1. Agua Residual		Doméstica = [A]; Municipal = [B]; Industrial = [C]		5. Agua salinas		Mar = [A]; Salobre = [B]; Salmuera [C]		7. Muestra Sólida		Suelo = [A]; Lodo = [B]; Sedimento = [C]													
2. Agua Natural Subterránea		Manantial/ Pozo = [A]; Terminal= [B]		6. Agua de Proceso		Circulación/Enfriamiento = [A]; Alimentación para Caldera = [B]; Agua de Calderas [C]; Lixiviación = [D]; Purificada [E]; Inyección-Reinyección [F]		8. Calidad de Aire															
3. Agua Natural Superficial		Río = [A]; Lago/Laguna = [B]; Deposition atmosférica - lluvia [C]						9. Ruido															
4. Agua de Consumo Humano		Bebida Potable = [A]; Bebida Envasada= [B]; Piscina = [C]; Laguna Artificial = [D]						10. Otros (indicar tipo)															
INFORMACIÓN DEL MUESTREO																							
Muestreo Realizado Por:			Procedimiento de Muestreo			Muestras Hidrobiológicas			Datos Equipos de Monitoreo (Solo AGQ)														
Empresa:	AGQ Labs		PNT / PPI:	211		Fitoplancton (Cualitativo)			Volumen de filtrado			Equipo	N° de Serie										
Responsable:	angel urade		PNT / PPI:	216		Zooplankton (Cuantitativo / Cualitativo)			Volumen de filtrado			multi parametro		19341710									
Firma:	[Firma]		PNT / PPI:			Perifiton			Área de raspado														
OBSERVACIONES / INCIDENCIAS																							
SOLO PARA SER LLENADO POR OPERACIONES - RECEPCION DE MUESTRAS AGQ																							
Recibido por:		[Firma]		Condición de la(s) Muestras(s):		CONFORME		NO CONFORME															
Fecha: (dd-mm-aa)		19/03/22		Hora: (24:00)		07:50 am		T° S, S' C		OBSERVACIONES		Cadena de frío:		SI		NO							
Mensajería Nacional		N° de Guía		Mensajería Nacional		N° de Guía		Entrega cliente en AGQ															
AGQ Perú S.A.C., RUC 20512225986 Av. Luis José de Orbegoso 350 Lima - Lima - San Luis T:(1) 710 27 00 ; Email: atencionalclienteperu@agqlabs.com; www.agqlabs.pe																							
PPI-101/01 Rev04 /19-02-1																							



## Anexo 4. Resultados de Laboratorio



INFORME DE ENSAYO

LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-072



Registro N° LE - 072

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	<b>A-22/033414-M1</b>	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente (*):	RUDY GUADALUPE INOFUENTE MACEDO DEIMIA CATALITH BARRAGAN PACCO
Análisis:	PE01-00026917-1	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	CAL.MORRO DE ARICA NRO. 102A URB. PUEBLO TRADICIONAL SACHACA - AREQUIPA - SACHACA
Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago	Fecha Recepción:	19/03/2022	Contrato:	OSP-PE220300045
Fecha Inicio:	19/03/2022	Fecha Fin:	28/03/2022	Cliente 3ª(*):	---
Descripción(*):	Inkamontera				
Fecha/Hora Muestreo:	18/03/2022 08:00	Muestreado por:	Personal AGQ		
Lugar de Muestreo:	Laguna Inkamontera	PNT Muestreo	PPI-211	Coordenadas x,y:	339382 8371410
Punto de Muestreo:	Inkamontera				

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Roberto Chuquimayo Arellano  
CQP-779

Alex Ventura Llantuy

FECHA EMISIÓN: 11/04/2022

OBSERVACIONES (\*):

Presencia de organismos de vida libre

AGQ PERU, S.A.C.

Av. Luis José de Orbegoso 350, San Luis - Lima, PERU

T: (511) 710 27 00

atencionalclienteperu@agqlabs.com

agqlabs.pe

1/8

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Mediciones In Situ</b>			
Conductividad eléctrica in situ	1 400	µS/cm a 25 °C	±83,860
Oxígeno Disuelto In Situ	7,50	mg/L	±0,0375
pH in situ	8,400	Unidades de pH	±0,85848
Temperatura In Situ	14,9	°C	±0,9178
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>			
Sólidos Totales Disueltos	1 004	mg/L	±174
<b>Metales Totales</b>			
Aluminio Total	< 0,002	mg/L	-
Antimonio Total	0,00105	mg/L	±0,000136
Arsénico Total	0,01000	mg/L	±0,001300
*23 Azufre Total	235	mg/L	±69,26
Bario Total	0,0262	mg/L	±0,00367
Berilio Total	< 0,00001	mg/L	-
*13 Bismuto Total	< 0,00001	mg/L	-
*23 Boro Total	0,437	mg/L	±0,0830
Cadmio Total	< 0,00001	mg/L	-
*23 Calcio Total	202	mg/L	±28,2
*23 Cerio Total	< 0,00001	mg/L	-
Cobalto Total	< 0,00003	mg/L	-
Cobre Total	< 0,0003	mg/L	-
Cromo Total	< 0,001	mg/L	-
*13 Estaño Total	< 0,00004	mg/L	-
*23 Estroncio Total	2,4736	mg/L	±0,420519
*23 Fósforo Total	< 0,008	mg/L	-
*23 Hierro Total	< 0,0300	mg/L	-
*13 Litio Total	0,0937	mg/L	±0,01031
*23 Magnesio Total	74,6	mg/L	±3,730
Manganeso Total	0,01659	mg/L	±0,002157
Mercurio Total	< 0,00007	mg/L	-
Molibdeno Total	< 0,00003	mg/L	-
Níquel Total	< 0,0009	mg/L	-
Plata Total	< 0,00006	mg/L	-
Plomo Total	< 0,00006	mg/L	-
*13 Potasio Total	12	mg/L	±1,56
Selenio Total	< 0,00004	mg/L	-
* Silice Total	< 5,57	mg/L	-
*23 Silicio Total	2,18	mg/L	±0,5597
*23 Sodio Total	90	mg/L	±13,5
Talio Total	< 0,00001	mg/L	-
*13 Titanio Total	< 0,0006	mg/L	-
Torio Total	< 0,00001	mg/L	-
Uranio Total	< 0,00001	mg/L	-

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert
<b>Metales Totales</b>			
Vanadio Total	< 0,006	mg/L	-
*13 Wolframio Total	< 0,00002	mg/L	-
Zinc Total	< 0,002	mg/L	-
<b>Microbiología</b>			
Escherichia coli	< 1,8	NMP/100 mL	-
* Formas parasitarias (Helmintos y Protozoarios Parasitarios)	< 1,0	Org./L	-
<b>Huevos Helmintos: Acanthocefalos</b>			
*13 Macracanthorhynchus sp	< 1,00	Huevos/L	-
<b>Huevos Helmintos: Céstodos</b>			
*13 Diphylobothrium sp.	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Dipylidium sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Hymenolepis sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Taenia sp	< 1,00	Huevos/L	-
<b>Huevos Helmintos: Nemátodos</b>			
*13 Ascaris sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Capillaria sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Enterobius sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Strongyloides sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Toxocara sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Trichostrongylus sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Trichuris sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Uncinarias	< 1,00	Huevos/L	-
<b>Huevos Helmintos: Tremátodos</b>			
*13 Fasciola sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Paragonimus sp	< 1,00	Huevos/L	-
*13 Schistosoma sp	< 1,00	Huevos/L	-
<b>Quiistes Protozoarios: Amebas, Flagelados y Ciliados</b>			
*13 Balantidium sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Blastocystis sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Chilomastix sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Endolimax s.p.	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Entamoeba sp.	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Giardia sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Iodamoeba sp	< 1,00	Quiistes/L	-
<b>Quiistes Protozoarios: Coccidia</b>			
*13 Cryptosporidium sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Cyclospora sp	< 1,00	Quiistes/L	-
*13 Isospora sp	< 1,00	Quiistes/L	-

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (\*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC). La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza aprox del 95%.

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Mediciones In Situ</b>				
Conductividad eléctrica in situ	SMEWW 2510B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		1,000 µS/cm a 25 °C
Oxígeno Disuelto In Situ	SMEWW 4500 O H. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,050 mg/L
pH in situ	SMEWW 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		2,000 Unidades de pH
Temperatura In Situ	SMEWW 2550 B. 23rd Ed. 2017	Electrometría		0,000 °C
<b>Parámetros Físico-Químicos</b>				
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW 2540 C. 23rd Ed. 2017	Gravimetría		15,0 mg/L
<b>Metales Totales</b>				
Aluminio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Antimonio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Arsénico Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
<sup>13</sup> Azufre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		3,70 mg/L
Bario Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Berilio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
<sup>13</sup> Bismuto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
<sup>13</sup> Boro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
Cadmio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
<sup>13</sup> Calcio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
<sup>13</sup> Cerio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Cobalto Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L
Cobre Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0003 mg/L
Cromo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
<sup>13</sup> Estaño Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
<sup>13</sup> Estroncio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
<sup>13</sup> Fósforo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,008 mg/L
<sup>13</sup> Hierro Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0300 mg/L
<sup>13</sup> Litio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0001 mg/L
<sup>13</sup> Magnesio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,001 mg/L
Manganeso Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Mercurio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00007 mg/L
Molibdeno Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00003 mg/L

(\*) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual detectamos el Lim. Detectamos el valor a partir del cual detectamos aplica a ensayos cuantitativos Para los parámetros de Radioactividades el AMD

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Metales Totales</b>				
Niquel Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,0009 mg/L
Plata Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
Plomo Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00006 mg/L
<sup>13</sup> Potasio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,08 mg/L
Selenio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00004 mg/L
* Silice Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		5,57 mg/L
<sup>13</sup> Silicio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		1,56 mg/L
<sup>13</sup> Sodio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,01 mg/L
Talio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
<sup>13</sup> Titanio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,0006 mg/L
Torio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Uranio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,00001 mg/L
Vanadio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,006 mg/L
<sup>13</sup> Wolframio Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994) (VAL)	Espect ICP-MS		0,00002 mg/L
Zinc Total	EPA Method 200.8 Rev. 5.4 (1994)	Espect ICP-MS		0,002 mg/L
<b>Microbiología</b>				
Escherichia coli	SMEWW 9221 B.2,3, F.1. 23rd Ed. 2017	Tubos Múltiples		1,8 NMP/100 mL
* Formas parasitarias (Helmintos y Protozoarios Parasitarios)	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,0 Org./L
<b>Huevos Helmintos: Acanthocefalos</b>				
<sup>13</sup> Macracanthorhynchus sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<b>Huevos Helmintos: Céstodos</b>				
<sup>13</sup> Diphyllbothrium sp.	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Dipylidium sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Hymenolepis sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Taenia sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<b>Huevos Helmintos: Nemátodos</b>				
<sup>13</sup> Ascaris sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Capillaria sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Enterobius sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Strongyloides sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Toxocara sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Trichostrongylus sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Trichuris sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<sup>13</sup> Uncinarias	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<b>Huevos Helmintos: Tremátodos</b>				

(\*) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim. Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de Radioactividades el A.M.D.

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (#)
<b>Huevos Helmintos: Tremátodos</b>				
*13 Fasciola sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
*13 Paragonimus sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
*13 Schistosoma sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Huevos/L
<b>Quistes Protozoarios: Amebas, Flagelados y Ciliado:</b>				
*13 Balantidium sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Blastocystis sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Chilomastix sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Endolimax s.p.	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Entamoeba sp.	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Giardia sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Iodamoeba sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
<b>Quistes Protozoarios: Coccidia</b>				
*13 Cryptosporidium sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Cyclospora sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L
*13 Isospora sp	PP-301 Rev.1 2015	Identificación y Conteo		1,00 Quistes/L

(\*) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detec es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos). Para los parámetros de radioactividades es el A.M.D.

Anula y sustituye a la versión anterior : A-22/033414

Nº de Referencia:	A-22/033414-M1	Tipo Muestra:	Agua de Laguna/ Lago
Descripción(*):	Inkamontera	Fecha Fin:	28/03/2022

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Observaciones (\*):**

Se modifica el presente Informe de Ensayo por a errores generados durante la importación de los parámetros de campo.

El Lim Cuant es el valor a partir del cual cuantificamos el Lim. Detectamos el valor a partir del cual detectamos aplica a ensayos cuantitativos Para los parámetros de radioactividades el AMD.

## Anexo 5. Evidencias Fotográficas

**Figura 3**

*Toma de muestras de agua de la laguna inkanontera para análisis de calidad de agua microbiológico*



**Figura 4**

*Toma de muestras de agua de la laguna inkanontera para análisis de calidad de agua parasitológico*



**Figura 5**

*Toma de muestra de agua para análisis de metales pesados*



**Figura 6**

*Toma de parámetros de campo de la laguna inkamontera*



**Figura 7**

*Toma de parámetros de campo*



**Figura 8**

*Muestreo de invertebrados bentónicos en la laguna inkamontera punto n° 3*



**Figura 9**

*Muestreo de invertebrados bentónicos a una profundidad de 5m*



**Figura 10**

*Recolección de invertebrados bentónicos con malla tipo D net*



**Figura 11**

*Envasado y rotulado de muestras bentónicas*



**Figura 12**

*Malla tipo D net usada para la captura de invertebrados bentónicos*



**Figura 13**

*Identificación de invertebrados bentónicos en la laguna inkamontera*



**Figura 14**

*Identificación de invertebrados bentónicos de la laguna inkamontera en laboratorio*



**Figura 15**

*Identificación de invertebrados bentónicos en laboratorio*



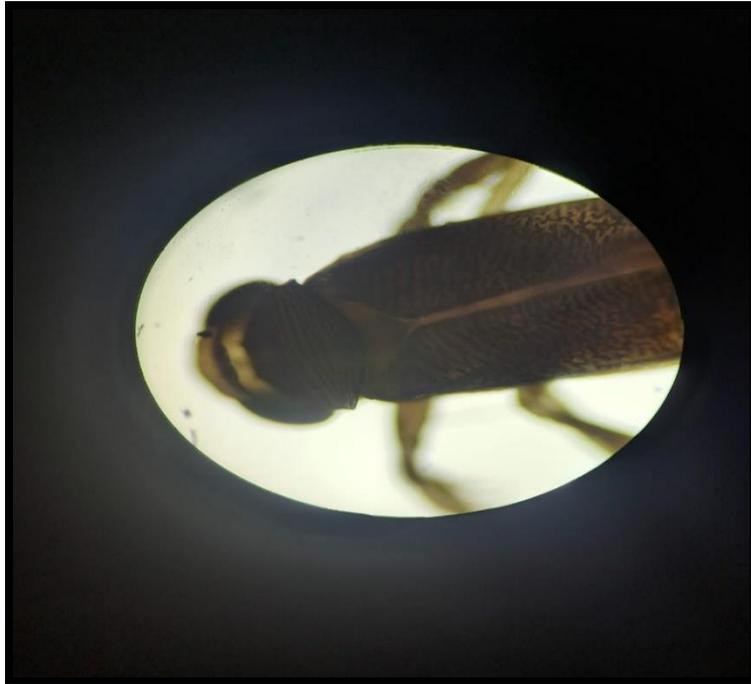
**Figura 16**

*Muestra de invertebrados bentónicos obtenidos de la laguna Inkamontera*



**Figura 17**

*Vista microscópica del invertebrado bentónico*



**Figura 18**

*Vista microscópica del invertebrado bentónico encontrada en la laguna Inkamontera*

