



# **GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO**

## **DIRECCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN DIRECCIÓN DE ACUICULTURA Y PESCA**



**ORDEN DE SERVICIO N° 0001346**

**CONSULTORÍA:**

**SERVICIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DEL  
AGUA DE 02 LAGUNAS (ANÁLISIS FÍSICO  
QUÍMICO, PLANCTON - FITOPLANCTON Y  
ZOOPLANCTON, MACROINVERTEBRADOS  
ACUÁTICOS, PERÍFITON)**

**LAGUNA HUACHOCCOCHA**

**Región : Ayacucho  
Provincia : Huanta  
Distrito : Uchuraccay  
Centro Poblado : Carhuauran**

**LAGUNA TINYACCOCHA**

**Región : Ayacucho  
Provincia : Huanta  
Distrito : Uchuraccay**



Imagen satelital (Google Earth Pro) de la laguna Huachoccocha



Imagen satelital (Google Earth Pro) de la laguna Tinyaccocha



## INDICE

INDICE .....	iii
RESUMEN EJECUTIVO.....	5
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....	7
1.1. INTRODUCCIÓN.....	7
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	9
1.3. OBJETIVOS .....	9
1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO .....	10
1.4.3. METODOLOGÍA .....	12
a. METODOLOGÍA PARA LA CONFECCIÓN DEL MAPA BATIMÉTRICO DE LAS LAGUNAS .....	12
1.4.4. COMUNIDADES BIOLÓGICAS.....	12
CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS LAGUNAS .....	16
2.1. CUENCAS DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO .....	16
2.2. UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS EN ESTUDIO.....	17
2.2.1. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA .....	17
2.2.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA .....	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	19
3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE TRUCHA <i>Oncorhynchus_mykiss</i> .....	19
3.2. BATIMETRÍA DE LAS LAGUNAS.....	23



---

3.2.1. Laguna Huachoccocha.....	23
3.2.2. Laguna Tinyacocha .....	25
3.3. COMUNIDADES BIOLÓGICAS .....	27
3.3.1. Fitoplancton.....	27
3.3.2. Zooplancton .....	34
3.3.3. Perifiton.....	39
3.3.4. Macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral .....	42
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	48
4.1. CONCLUSIONES .....	48
4.2. RECOMENDACIONES:.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXO.....	55
MAPAS.....	56
PANEL FOTOGRÁFICO.....	59



## RESUMEN EJECUTIVO

Se reporta la presencia de numerosos cuerpos de agua lénticos (lagunas) dentro del territorio de nuestro país, son más de 12 000. La vertiente del Atlántico es la que presenta el mayor número, los que se caracterizan por tener poca extensión y profundidad (50 a 60 m como máximo) comparado con el lago Titicaca. Pese a ello alberga una biodiversidad única y en muchos casos, elevada en relación con ecosistemas circundantes. Dichos cuerpos de agua y la biodiversidad que contiene, prestan importantes servicios ecosistémicos a nivel global y principalmente circunscrito a los pobladores que viven en zonas aledañas. Lamentablemente, es común que no se conozca las características de dichas lagunas, como la morfología superficial y subsuperficial, las propiedades fisicoquímicas de sus aguas y las características de las poblaciones y comunidades biológicas que presenta. Las lagunas como recursos naturales, deben ser empleadas con la finalidad de genera beneficios para los pobladores locales, por lo que es necesario establecer la aptitud de uso. En ese sentido es necesario desarrollar medidas que permita generar información, para establecer actividades de uso. El establecimiento de jaulas para la crianza de “trucha arco iris” *Oncorhynchus mykiss*, es una de ellas, pero debe realizarse sosteniblemente, para ello es importante conocer la laguna (morfología, calidad de agua); no olvidar que la acuicultura extensiva también es una alternativa. El cultivo de trucha genera residuos (excreta de los animales y alimento no aprovechado) que afecta negativamente los sistemas lénticos y lóticos, por lo tanto, se debe identificar las lagunas o partes de éstas en la que dicha afecte en menor medida. Dentro de ellas uno de los aspectos más importantes es determinar la morfología subsuperficial de las lagunas con la finalidad de identificar áreas con profundidades mayores a los 15 metros; adicionalmente a ello determinar las propiedades del agua y establecer la compatibilidad para la crianza eficiente de dichos peces.

Es por ello, que se desarrolló esta consultoría para determinar las características morfológicas de dos lagunas, Huachoccocha y



Tinyacocha, ubicadas en el distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, dentro del ámbito territorial de Ayacucho. Los datos de campo (colecta de información batimétrica y muestras del plancton, macroinvertebrados y perifiton) fue realizada por el personal de la Dirección de Producción del Gobierno Regional de Ayacucho.

Como el resultado más importante se menciona que las dos lagunas estudiadas cumplen con los requerimientos para la crianza de trucha en jaulas. En el aspecto de morfología, la laguna Huachoccocha presentan un área aproximada de 17 ha y Tinyacocha 3 ha, con profundidades mayores a 15 m, en la que puede instalarse jaulas. En el aspecto del componente biótico, todas las comunidades estudiadas presentan baja riqueza, probablemente debido al poco esfuerzo de muestreo aplicado. La calidad de agua, en todos sus indicadores, se hallan dentro de los rangos recomendados para la crianza de trucha.



## CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

El agua “dulce” es un recurso indispensable para el desarrollo de la vida, en los continentes lo encontramos constituyendo cuerpos de agua que en forma general son denominados como ambientes lóticos (agua corriente como los ríos) y lénticos (aguas estancadas como las lagunas) (Roldán & Ramírez, 2022). En los cuerpos de agua continentales encontramos un conjunto de comunidades biológicas como peces, plantas, macroinvertebrados, fitoplancton, zooplancton, entre los más importantes.

Las lagunas y ríos prestan un conjunto de servicios ambientales donde el hombre es el beneficiario más importante. Obtiene alimento, material para la construcción de sus viviendas, para vestirse; siendo el más importante la obtención de agua para su potabilización que se distribuye en las concentraciones urbanas (Khatri & Tyagi, 2015).

La presencia de los Andes en el territorio del Perú, determinar una gran heterogeneidad, lo que se manifiesta en la presencia de muchos pisos ecológicos y zonas de vida, condicionando la presencia, también de una gran diversidad de formas de vida (Mercado et al., 2020).

Dentro del territorio del Perú encontramos 12 201 cuerpos de agua lénticos, que por sus características son catalogados como lagunas (poca profundidad y extensión como características principales) (Brack & Mendiola, 2000). Un buen número de ellas se ubican en las zonas andinas y altoandina (2 000 msnm a más) en la vertiente del Atlántico, aparentemente nos hace ver que el Perú presenta un alto potencial hídrico; sin embargo, no ocurre ello debido a que almacenan agua en poca cantidad y muchas de ellas están influenciados por la estacionalidad, pese a ello son importantes para el poblador andino y altoandino, así como para las diferentes formas de vida que en habitan.

Un aspecto a resaltar, es la escasa la información de los cuerpo lénticos, en el país, más en la región Ayacucho. No se conoce las características



morfológicas (dimensiones del espejo de agua, profundidad), el aspecto fisicoquímico del agua y la biota acuática, limitante para poder estimar su potencialidad de uso (ANA, 2014). Para potenciar el desarrollo de las comunidades aledañas a las lagunas, es necesario desarrollar acciones para su caracterización, indispensable para su gestión y el impulso de actividades productivas, como podría ser el cultivo de la trucha *Oncorhynchus mykiss*.

La trucha *Oncorhynchus mykiss*, es una especie introducida, nativa de la costa del pacífico de Norte América que ha logrado adaptarse en los diversos ambientes (Torralba-Burrial & Dugnot, 2006). Se ha comprobado el gran impacto negativo que causa sobre la biodiversidad nativa (Osorio et al., 2022). Sin embargo, gracias a esa especie se ha desarrollado una actividad productivas que está generando recursos económicos importantes para nuestro país. El cultivo de la trucha *Oncorhynchus mykiss* en nuestro país se ha desarrollado bajo diferentes sistemas de crianza, siendo una de las más importantes los estanques (uso de agua de río) y en jaulas (uso de lagunas) que son sistemas controlados los que requieren una enorme inversión de recursos. El desarrollo exitoso y sostenible de dicha actividad está ligada a la disponibilidad de agua de buena calidad, con el empleo de lagunas cuya morfología minimice el impacto de dicha actividad humana.

La generada por esta consultoría, permite generar información sobre las características morfológicas superficiales y subsuperficiales de lagunas. Permite la confección de una mapa batimétrico en base a datos proporcionados por la Dirección Regional Producción – Ayacucho de dos lagunas ubicadas en la provincia de Huanta, distrito de Uchuraccay. También permite la obtención de información de la calidad fisicoquímica del agua; la caracterización de la biota acuática (fitoplancton, zooplancton, perifiton y macroinvertebrados litorales). Información que permite apreciar su potencial de uso para la producción de trucha en jaulas flotantes y posiblemente su producción en un sistema extensivo.



El Gobierno Regional de Ayacucho a través de la Dirección Regional de la Producción, tiene como política la promoción de la producción de trucha en recursos lénticos (lagunas), dentro de su ámbito. Zonas donde los indicadores económicos y sociales indican pobreza, necesitan alternativas a sus actividades (agricultura y ganadería) que les permita genera más recursos económicos. La presente consultoría está enmarcado dentro de dichas políticas, así como sienta las bases para el uso sostenible de dichos recursos hídricos.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

Los ecosistemas, sea cualquiera, son proveedores de recursos para el hombre, alimento, material para la construcción de su vivienda, la confección de su vestimenta, energía, contribuye a solucionar problemas de salud, entre otras. Lamentablemente es común la extracción de dichos recursos sin tomar en cuenta la capacidad de producción y regeneración de los ecosistemas. Como consecuencia se altera la condición natural, reduciendo su capacidad de proveer recursos al hombre y se torna en un ambiente adverso para muchas especies.

La presente consultoría, ha generado información que permiten establecer la aptitud de usos de dos lagunas con fines de crianza en jaulas de la trucha, bajo los preceptos de sostenibilidad. Los productos a generarse, son: un mapa batimétrico, la caracterización fisicoquímica de las aguas de las lagunas, así como un diagnóstico rápido de la biota presente. Es decir, se ha generado una línea base a partir del cual se puede hacer diagnósticos posteriores y detectar cambios.

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. GENERAL**

Establecer la morfología y las características de la biota acuática de las lagunas de Huachoccocha y Tinyaccocha, ubicados en el distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, en la región de Ayacucho durante el mes mayo de 2023.



### **1.3.2. ESPECÍFICOS**

- a. Caracterizar la morfología superficial y subsuperficial de dos lagunas mediante la elaboración de un mapa batimétrico con datos proporcionados por la DIREPRO - Ayacucho.
- b. Establecer las características de las comunidades acuáticas fitoplancton, zooplancton, perifiton y macroinvertebrados acuáticos que se hallan en las dos lagunas.

### **1.4. METODOLOGÍA DE TRABAJO**

#### **1.4.1. ACTIVIDADES PRELIMINARES**

Dentro de las principales actividades desarrolladas, se tuvo lo siguiente:

- Coordinaciones con los funcionarios de la Dirección de la Producción del Gobierno Regional de Ayacucho, Dirección de Acuicultura y Pesca para establecer el cronograma de trabajo de campo.
- Desarrollo de tres reuniones de trabajo con la finalidad de capacitarlos en el manejo de materiales para el proceso de muestreo y el manejo de un motor fuera de borda.
- Finalmente se hizo coordinaciones para la entrega de muestras y datos que se materializó el 5 de mayo de 2023.

#### **1.4.2. ACTIVIDADES DE CAMPO**

Dentro de ellas se hallan las actividades tendientes a la obtención de datos y muestras de las dos lagunas. Estas fueron desarrolladas por el personal de la DIREPRO – Ayacucho. De acuerdo a los datos proporcionados, las dos lagunas tienen las siguientes características de ubicación (Tabla 1).

Tabla 1.- Principales características de ubicación de dos lagunas ubicadas en la provincia de Lucanas, distrito de Chipao.

<b>NOMBRE DE LAGUNA</b>	<b>DISTRITO</b>	<b>PROVINCIA</b>	<b>CUENCA</b>	<b>ESTE (UTM)</b>	<b>SUR (UTM)</b>	<b>ALTITUD (msnm)</b>
Huachoccocha	Uchuraccay	Huanta	Río Mantaro	588504	8594247	4 164
Tinyaccocha	Uchuraccay	Huanta	Río Mantaro	593088	8579741	4 139



### 1.4.3. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el estudio fue la siguiente:

#### a. METODOLOGÍA PARA LA CONFECCIÓN DEL MAPA BATIMÉTRICO DE LAS LAGUNAS

Para este aspecto fue indispensable la dotación de datos generados por el personal de la DIREPRO del Gobierno Regional de Ayacucho. La información proporcionada estuvo constituida por los siguientes componentes:

- Ubicación de las dos lagunas mediante coordenadas generadas en el Google Earth Pro.
- Datos batimétricos, constituidos por coordenadas (waypoint) con sus respectivas profundidades: Para este efecto fue necesario el empleo de una ecosonda marca Garmin y un bote con motor fuera de borda, con el cual se recorrió la superficie de la laguna. Una vez concluido el procedimiento, la información fue extraída de la ecosonda mediante un aplicativo Base Camp y con el uso de un software SIG fue transformado a un formato \*\*.xlsx.

### 1.4.4. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

Las muestras también fueron proporcionadas por el personal de la DIREPRO – Ayacucho. El procedimiento de colecta fue siguiendo las recomendaciones detalladas en el manual “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos” (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú (Samanez et al., 2014).

#### a. Fitoplancton

La toma de muestra fue realizado siguiendo las recomendaciones dadas por (Samanez et al., 2014). Se empleó una red de plancton con una boca de 25 cm, con una longitud de 25 cm y de 25  $\mu$ m de abertura de malla.



En forma general el proceso de colecta fue realizando el arrastre de la red por la superficie de las lagunas con la ayuda de un bote. Se complemento con colectas realizadas desde una profundidad aproximada de 10 m (muestras compuesta). La muestra obtenida fue depositada en bolsas de polietileno a los que se agregó formaldehído (formol) hasta lograr que la solución presente el olor característico de ese producto químico. Posteriormente fueron trasladados al laboratorio para su análisis, previo rotulado, con los siguientes datos: laguna de procedencia, fecha, hora y tipo de muestra. Para la visualización de las características morfológicas de los organismos fue necesario el uso de microscopios y estereoscopios ópticos, obteniéndose también registro fotográficos. La identificación taxonómica se empleó claves de (Aboal et al., 2012) y (Bicudo & Menezes, 2006).

#### **b. Zooplancton**

Para la caracterización de esta comunidad se empleó una red de plancton con una boca de 25 cm de diámetro, una longitud de 40 cm, y una luz de malla de 25  $\mu$ m. La red fue arrastrada por la superficie de la laguna, complementada con muestreos subsuperficiales (muestra compuesta). La muestra fue vertida en una bolsa plástica al cual se agregó formaldehído, posteriormente trasladadas al laboratorio para su análisis, previo rotulado, con los siguientes datos: laguna de procedencia, fecha, hora y tipo de muestra. La visualización de las características morfológicas fue realizado con un microscopio y un estereoscopio. Las claves taxonómicas empleadas para la identificación taxonómica fueron (Neves, 2011), (Samanez & López, 2014), (Gaviria & Aranguren, 2007) y (Gutiérrez-Aguirre et al., 2006).

#### **c. Macroinvertebrados acuáticos**

Para este efecto se empleó una red D-Net modificada, con una la longitud de boca 40 cm, con luz de malla de 0,5 mm y con mango 2 m de longitud. El procedimiento de colecta fue el arrastre de la red desde el interior de la laguna hasta la orilla, procedimiento que fue repetida por cinco veces. Las muestras



obtenidas fueron depositadas en bolsas plásticas a los que luego se agregó alcohol al 70%. Antes de su traslado al laboratorio, fueron rotulados considerando información de fecha, laguna y coordenadas de colección. Un primer paso en el laboratorio fue seleccionar los organismos mediante el uso de pinzas entomológicas, para el cual se depositó la muestra en bandejas de plástico. Los organismos aislados semejantes morfológicamente (morfotipos) fueron colocados en tubos de prueba y conservadas con alcohol al 70%. Fue necesario el empleo de un microscopio y un estereoscopio, para visualizar las características morfológicas de importancia taxonómica para su identificación. Las claves taxonómicas empleadas fueron de Domínguez & Fernández (2009), Roldan (1988), Merritt et al. (2009) y Batzer & Boix (2016).

#### **1.4.5. TRABAJO DE GABINETE**

El trabajo en gabinete estuvo circunscrito a las siguientes actividades:

- a. Control de calidad de los datos batimétricos proporcionados por el personal de la DIREPRO-Ayacucho, en los que se eliminó información contradictoria. Los datos que contenía información de coordenadas y profundidades obtenidos mediante una ecosonda, fueron convertidas a un formato compatible con un software SIG (ArcMap) en modelo vector que tiene la extensión de \*\*.shp. La información en modelo raster, fue obtenida de Google Earth Pro y en modelo vector de la página web del Ministerio de Educación del Perú <http://sigmed.minedu.gob.pe/descargas/>, del cual se obtuvo información de las siguientes hojas de la carta cartográfica del Perú:
  - 27 ñ
  - 27 o

Así mismo, se acudió a otro fuente de información raster consultada fue el Geoservidor del Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) <http://geoservidor.minam.gob.pe/geoservidor/repositorio.aspx>



- 
- b. Procesamiento de las muestras biológicas (fitoplancton, zooplancton y macroinvertebrados acuáticos), limpieza de las muestras y selección siguiendo las recomendaciones de (Samanez et al., 2014), para su posterior identificación mediante el uso de un microscopio y estereoscopio, así como de claves taxonómicas.



## CAPÍTULO II: DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS LAGUNAS

### 2.1. CUENCAS DEL DEPARTAMENTO DE AYACUCHO

El departamento de Ayacucho, presenta un sistema fluvial complejo, el que fluye, por un lado, hacia la vertiente del Pacífico y la otra a la vertiente del Atlántico. Involucra ocho cuencas principales, siendo estas: Pampas, Mantaro Apurímac, Ocoña, río Grande, Yauca, Acari, Chala; una intercuenca, Santa Lucía y tres cuencas de poca significación por su área, Ene, Caravelí y Chaparra.

Tabla 2.- Principales cuencas hidrográficas del departamento de Ayacucho  
Fuente; (Autoridad Nacional del Agua & Ministerio de Agricultura, 2009).

CUENCAS HIDROGRÁFICAS	EXTENSIÓN (ha)	PORCENTAJE
Vertiente del Atlántico	<b>2 498 034,06</b>	<b>57,33</b>
Río Pampas	1 578 674,87	36,23
Río Mantaro	523 592,94	12,02
Río Apurímac	395 766,25	9,08
Vertiente del Pacífico	<b>1 859 084,17</b>	<b>42,67</b>
Río Ocoña	575 879,53	13,22
Río Grande	469 015,72	10,76
Río Yauca	377 282,64	8,66
Río Acari	349 117,86	8,01
Río Chala	32 751,24	0,75
Intercuenca 13719	55 037,18	1,26
<b>Total</b>	<b>457 118,23</b>	<b>199,99</b>

En la Tabla 2 se muestra las principales características de las cuencas hidrográficas del departamento de Ayacucho. Las cuencas que se hallan en la vertiente del Atlántico, abarcan una mayor extensión territorial del



departamento, representando el 57,3 %; mientras que, la vertiente del Pacífico abarca el 42,7 %.(Autoridad Nacional del Agua & Ministerio de Agricultura, 2009)

## **2.2. UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS EN ESTUDIO**

### **2.2.1. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA**

Las lagunas Huachoccocha y Tinyaccocha se hallan ubicados dentro de la Cuenca del río Mantaro, se ubica en el centro del Perú, con un área aproximada de 34 550,08 km<sup>2</sup>. Política y administrativamente, la cuenca abarca parcialmente territorios de las regiones Junín, Pasco, Huancavelica y Ayacucho. El principal colector de agua de esta cuenca es el río Mantaro, ésta nace del lago Junín ubicada a 4 090 m.s.n.m.) y corre con dirección sureste hasta el pueblo de Mayoc, desde donde se dirige hacia el noreste por unos 90 km, antes de curvar hacia el SE, hasta su confluencia con el río Apurímac. Gran parte de su curso se halla encajonado en un valle profundo, cuyos límites naturales son cadenas montañosas interandinas, lo que determina una topografía muy accidentada y de fuerte relieve (Gobierno Regional Ayacucho, 2013).

Dentro del ámbito de la cuenca del río Mantaro, se hallan 6 717 lagunas, que en conjunto abarcan un área de 76 761,57 ha. Dentro de eso recurso lénticos, los más importantes tenemos: Chinchaycocha, Marcapomacocha, Paca, Tranca Grande, Pomacocha, Huascacocha, Hichicocha, Coyllorcocha, Lasuntay, Chuspicocha, Quiullacocha, Yuraicocha, Azulcocha, Carhuacocha, Huaylacancha. El río Mantaro es uno de los ríos más importantes de los Andes Centrales Peruanos; su caudal varía estacionalmente con un régimen hidrológico bastante marcado, con máximos caudales para los meses de marzo a abril (Gobierno Regional Ayacucho, 2013).



## 2.2.2. UBICACIÓN POLÍTICA Y GEOGRÁFICA

Las lagunas Huachoccocha y Tinyaccocha se hallan ubicadas de la siguiente manera:

### a. Ubicación política

Distrito : Uchuraccay

Provincia : Huanta

Región : Ayacucho

### b. Ubicación geográfica (Coordenadas Proyectadas, UTM)

#### • Laguna Huachoccocha

Este (m) : 588504

Sur (m) : 8594247

Altitud (msnm) : 4 164

#### • Laguna Tinyaccocha

Este (m) : 593088

Sur (m) : 8579741

Altitud (msnm) : 4 139



## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA PARA EL CULTIVO DE TRUCHA *Oncorhynchus mykiss*.

La trucha, como toda especie presenta requerimientos en cuanto a las características ambientales, por ello para optimizar su producción debe ser cultivada en aguas con determinados rangos fisicoquímicos. La Tabla 3, muestra lo recomendado por el Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero:

Tabla 3. Características fisicoquímicas del agua recomendadas para el desarrollo de truchicultura en condiciones contraladas.

Propiedades Físicas y Químicas	Rango óptimo
Temperatura del agua	10 -16°C
Oxígeno Disuelto	6,5 – 9 ppm
pH	6,5 – 8,5
CO <sub>2</sub>	< 7 ppm
Alcalinidad	20 – 200 mg/L CaCO <sub>3</sub>
Dureza	60 – 300 mg/L CaCO <sub>3</sub>
NH <sub>3</sub>	No mayor de 0,02 mg/L
H <sub>2</sub> S	Máximo aceptado de 0,002 mg/L
Nitratos	No mayor de 100 mg/L
Nitritos	No mayor de 0,055 mg/L
Nitrógeno amoniacal	No mayor de 0,012 mg/L
Fosfatos	Mayores de 500 mg/L
Sulfatos	Mayor de 45 mg/L
Fierro	Menores de 0,1 mg/L
Cobre	Menores de 0,05 mg/L
Plomo	0,03 mg/L
Mercurio	0,05 mg/L

Fuente: (FONDEPES, 2014b)

FONDEPES (2014a), menciona que los principales requisitos que se debe cumplir para la crianza exitosa de la trucha, son:



- Oxígeno disuelto: Como la trucha se cría en grandes densidades la concentración recomendable de oxígeno disuelto en el agua, no debe ser menor a 5,5 mg/L (aproximadamente 60% de saturación de oxígeno), principalmente en los momentos de máximo consumo (cuando ingieren alimento): Caso contrario se van a presentar síntomas de asfixia, con típico “boqueo”. Se debe tomar en cuenta que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua está influenciada por la temperatura del agua (relación inversa), presión atmosférica (relación directa), concentración de sales disueltas (relación inversa). Por ello, a mayor temperatura del agua habrá menor cantidad de oxígeno, a mayor presión atmosférica y mayor salinidad, la concentración será, una menor cantidad de oxígeno.
- Temperatura del agua: Parámetro importante, ya que condiciona el crecimiento y el desarrollo de las truchas con fines comerciales. A mayor temperatura mayor será su metabolismo de igual modo su desarrollo, sin embargo, se debe tomar en cuenta que con mayor temperatura del agua disminuye la disponibilidad de oxígeno. El rango en el cual la trucha puede desarrollarse de manera óptima para el engorde fluctúa de 11 a 16 °C, teniendo en cuenta que valores superiores se incrementa el riesgo de la propagación de enfermedades. En niveles inferiores, se prolonga el tiempo de crianza para la obtención de trucha de talla comercial (250 g). Para la incubación de ovas embrionadas, el rango de temperatura recomendable es de 9 a 11 °C.
- pH: Propiedad del agua que actúa como regulador de la actividad metabólica. Las aguas ligeramente acidas o alcalinas, son las más adecuadas para la crianza de la trucha. Se considera que valores de 7 y 8 como óptimo. Se debe tomar en cuenta que el pH condiciona la presencia de toxicidad por amoníaco, compuesto que es abundante producto de la actividad metabólica de los peces (Chilón Ispilco, 2021). El agua que es ligeramente ácida, evita la presencia de dicho efecto negativo; sin embargo, cuando es alcalina puede presentarse el problema descrito.



- Alcalinidad: Característica determinada por la concentración de las diferentes formas en la que se presenta el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que, dependiendo del pH, pueden presentarse bajo la forma de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. En grandes concentraciones actúan como sustancias que mantienen el pH del agua dentro de rangos estrechos, evitando que el pH fluctúe, manteniéndolo en niveles cercanos a 7 (Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, 2018). El rango adecuado para truchicultura fluctúa de 80 a 180 ppm. inferior a 6.0 deben evitarse.
- Dureza total: Determinado por la concentración de calcio y magnesio asociados bicarbonatos y carbonatos (Aguilar Sequeiros & Navarro Alfaro, 2018). Se considera que cuanto mayor es la dureza es mejor; sin embargo, el rango adecuado para la cría de la trucha es de 60 a 300 ppm, con lo que se optimiza el crecimiento de los peces.
- Dióxido de carbono: Compuesto gaseoso que se genera por los procesos de respiración de los seres vivos, así como del proceso de descomposición de la materia orgánica. Para la crianza de trucha, es recomendable que la concentración de dióxido de carbono en el agua de cultivo no exceda de 2 ppm, es más crítico cuando la concentración del oxígeno disuelto muestre tendencia de reducción. Se debe considerar que la hemoglobina tiene mucho mayor afinidad por el dióxido de carbono en comparación con el oxígeno, lo que podría originar toxicidad cuando el tenor de oxígeno disminuye.

Los cuerpos de agua, con mayores valores de alcalinidad, dureza total, conductividad eléctrica, son los que muestran más productividad, consecuentemente son consideradas las más adecuadas para la producción de trucha en condiciones controladas (FONDEPES, 2014c).

El agua que se encuentra constituyendo los ríos y lagunas no son químicamente puras. Debido a sus propiedades bipolar incorpora fácilmente a su seno elementos y compuestos que determinan sus propiedades fisicoquímicas.



Para la crianza de trucha y otros organismos acuáticos, es indispensable conocer dichas propiedades, debido a que como organismos vivos requieren ciertas condiciones para poder desarrollarse adecuadamente.

Las determinaciones fueron realizadas siguiendo la metodología que recomienda la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 1997). Los resultados se presentan a la tabla siguiente:

Tabla 4. Características fisicoquímicas del agua de las lagunas Huachoccocha y Tinyaccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Características fisicoquímicas	Laguna	
	Huachoccocha	Tinyaccocha
Alcalinidad total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	74,0	77,0
Cloruros (mg Cl/L)	4,8	5,5
Dureza total (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	108,0	118,0
Dureza cálcica (mg/L de Ca)	78,0	95,0
Dureza magnésica (mg/L de Mg)	30,0	23,0
pH	7,4	7,4
Conductividad eléctrica (µS/cm)	165,0	260,0
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	85,0	130,0
Turbidez (NTU)	19,5	18,3
Sulfatos (mg/L)	30,7	127,8
Fosfatos (mg/L PO <sub>3</sub> )	1,0	1,2
Nitratos (mg/L NO <sub>3</sub> )	0,2	0,1
Transparencia (m)	6,5	3,5

### 3.2.1. Laguna Huachoccocha

Cumple con los requisitos señalados por (FONDEPES, 2014c) en todos sus aspectos para la cría de truchas. Se debe resaltar que presenta una transparencia de 6,5 m, típica de una laguna que no ha ingresado aún a la



etapa de eutrofización natural, por ello que las concentraciones de nutrientes como fosfato y nitrato también son relativamente bajos

### **3.2.2. Laguna Tinyacocha**

Cumple con los requisitos señalados por (FONDEPES, 2014c) en todos sus aspectos para la cría de truchas. Se debe resaltar que presenta una transparencia de 3,5 m, menor que Huachoccocha, lo que podría ser considerado como un indicador de posible eutrofización natural, sin embargo, las concentraciones de nutrientes como fosfato y nitrato también son relativamente bajos. Se recomienda monitorear las características fisicoquímicas del agua una vez iniciado la crianza de trucha en ambientes convencionales.

## **3.2. BATIMETRÍA DE LAS LAGUNAS**

Los planos batimétricos de las dos lagunas muestran curvas del nivel de profundidad espaciados cada 2,0 m para Huachoccocha y de 1,0 m para Tinyacocha, la que se inicia desde la orilla, expresados como valores negativos, ya que están en relación con la superficie de la laguna. Adicionalmente también se muestra las características morfométricas, el área superficial, perímetro y volumen en cada intervalo de isóbata (profundidad). Considerando que la crianza de truchas en jaulas debe hacerse en zonas con profundidades mayores o iguales a 15 m, se debe considerar este aspecto para su interpretación. En los Anexos se adjunta los planos batimétricos de ambas lagunas, la que muestran de manera gráfica las profundidades halladas mediante curvas batimétricas. La información proporcionada deberá ser tomada en cuenta para estimar la capacidad de producción y la implementación de proyectos piscícolas en las lagunas.

### **3.2.1. Laguna Huachoccocha**

En la Tabla 5 se muestra las principales características superficiales y sub superficiales de la laguna en mención:



Tabla 5. Características superficiales y subsuperficiales de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Profundidad (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área acumulado (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )
50 - 54	31414,79	31414,79	0,00	0,00
45 - 50	19969,07	22694,03	63547,49	63547,49
40 - 45	18700,99	41395,02	160222,63	223770,11
35 - 40	24315,18	65710,19	267763,03	427985,65
30 - 35	27392,24	93102,43	397031,57	664794,60
25 - 30	27517,02	120619,46	534304,72	931336,29
20 - 25	28544,96	149164,41	674459,68	1208764,40
15 - 20	30199,13	179363,55	821319,90	1495779,58
10 - 15	36632,91	215996,45	988399,99	1809719,89
5 - 10	50919,75	266916,20	1207281,64	2195681,63
0 - 5	74667,35	341583,55	1521249,38	2728531,02

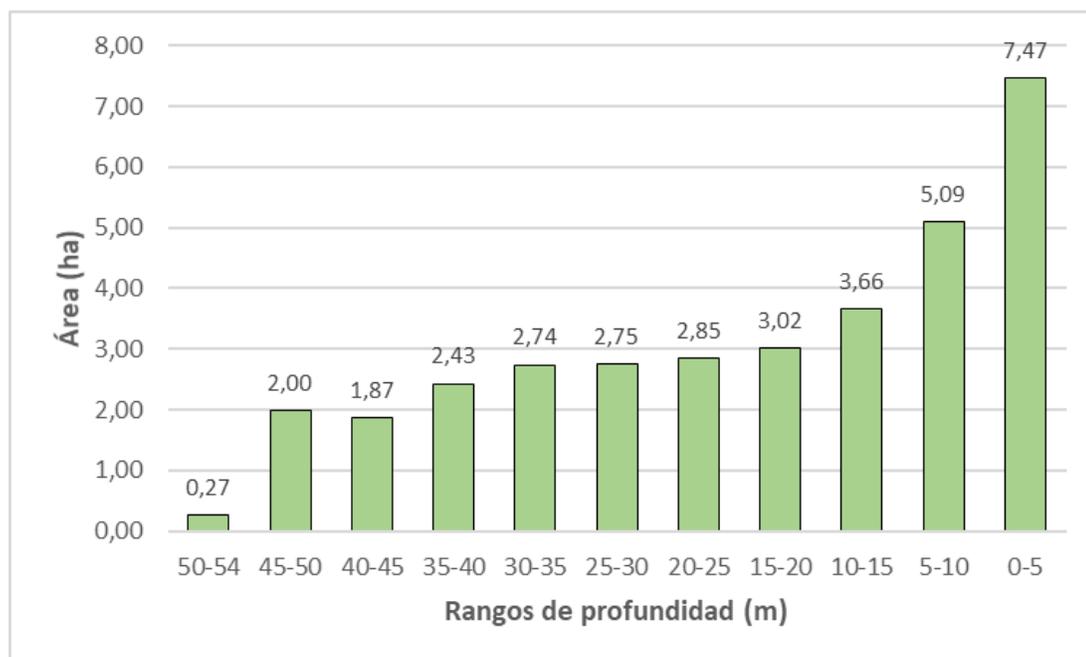


Figura 1. Área (ha) de la laguna según rango de profundidades, Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.



De la observación de la tabla y figura anterior se tiene la siguiente información de la laguna:

- a. **Área del espejo de agua:** Se considera a la extensión superficial del lago que está limitada por sus orillas. Se estimó que la extensión fue de 34 1583,5 m<sup>2</sup> (34,16 ha).
- b. **Perímetro o longitud de la orilla:** Es la longitud del contorno del espejo de agua, asume un valor de 2,38 km
- c. **Profundidad máxima:** Punto de mayor profundidad en la laguna, se registró un poco más de 54 metros (ver Mapa 1 del anexo).
- d. **Extensión de la laguna adecuada para la crianza de trucha en jaula:** Con fines de cultivo de trucha, el área del espejo del agua de la laguna que podría ser empleado para instalación de jaulas flotantes (profundidades iguales o mayores a 15 m de profundidad) es de aproximadamente 179 363,55 (17,93 ha), ubicada principalmente al sud este (ver Mapa del anexo), que representa aproximadamente el 50 % del total del área superficial de la laguna.

### 3.2.2. Laguna Tinyacocha

La principales característica morfométricas de la referida laguna se muestra en la Tabla 6:

Tabla 6. Características superficiales y subsuperficiales de la laguna Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Profundidad (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área acumulado (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Volumen acumulado (m <sup>3</sup> )
19 - 18	2724,96	2724,96	0,00	0,00
18 - 17	11777,50	14502,46	8613,71	8613,71
17 - 16	10529,85	25032,32	19767,39	28381,10
16 - 15	8274,36	33306,68	29169,50	48936,89
15 - 14	9015,10	42321,78	37814,23	66983,73
14 - 13	9834,53	52156,30	47239,04	85053,27
13 - 12	12301,82	64458,13	58307,22	105546,26



12 - 11	11583,68	76041,80	70249,97	128557,18
11 - 10	11836,90	87878,70	81960,25	152210,22
10 - 9	13285,37	101164,07	94521,39	176481,64
9 - 8	17536,18	118700,26	109932,16	204453,55
8 - 7	15234,00	133934,25	126317,25	236249,42
7 - 6	15157,25	149091,50	141512,88	267830,13
6 - 5	15343,79	164435,29	156763,40	298276,27
5 - 4	16132,15	180567,44	172501,36	329264,76
4 - 3	17002,20	197569,64	189068,54	361569,90
3 - 2	19042,16	216611,80	207090,72	396159,25
2 - 1	21147,23	237759,03	227185,41	434276,13
1 - 0	42520,81	280279,84	259019,44	486204,85

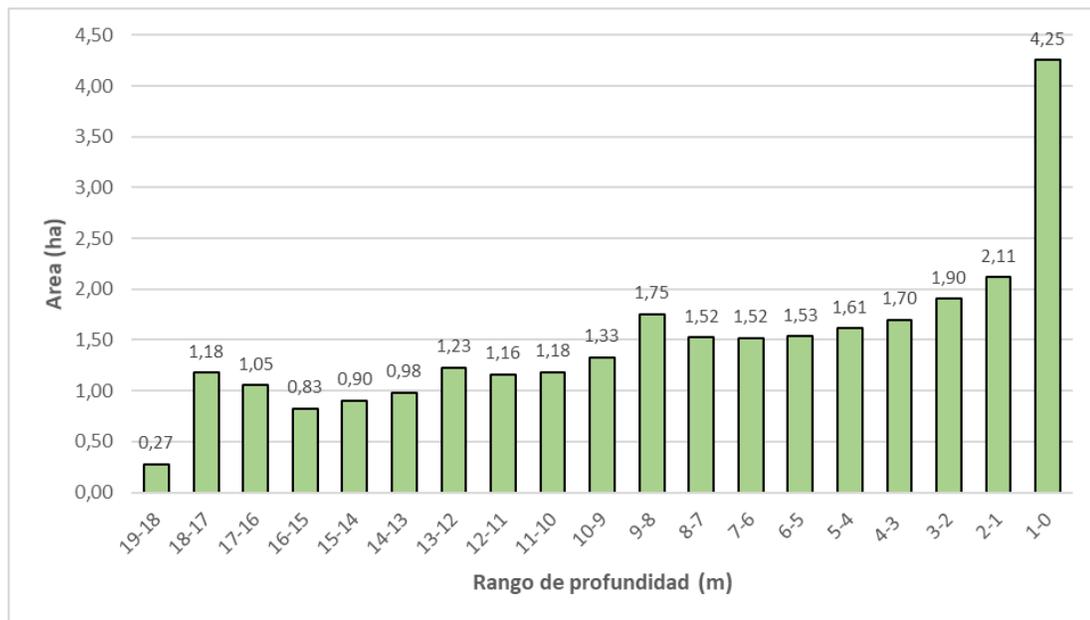


Figura 2. Área (ha) de la laguna según rango de profundidades, Tinyaccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

De acuerdo a lo observado se tiene las siguientes características:

- a. **Área del espejo de agua:** Se considera a la extensión superficial del lago, limitada por sus orillas la que tiene una extensión de 280 279,84 m<sup>2</sup> (28,03 ha)



- b. Perímetro o longitud de la orilla:** Es la longitud del contorno del espejo de agua, para esta laguna es de aproximadamente 2,12 km
- c. Profundidad máxima:** Punto de mayor profundidad de la laguna es de 18 metros ubicado hacia el lado sur, abarcando una pequeña área (Figura 2 y Mapa 2 del anexo).
- d. Extensión de la laguna adecuada para la crianza de trucha en jaula:** El área de la laguna con profundidad mayor a 15 m es de aproximadamente 33 306,68 m<sup>2</sup> (3,33 ha), tal como se muestra en el Mapa del anexo. La que puede destinarse a la instalación de jaulas flotantes

### 3.3. COMUNIDADES BIOLÓGICAS

#### 3.3.1. Fitoplancton

##### a. Orden Cymbellales

El orden Cymbellales es un grupo de diatomeas que se caracterizan por tener células simétricas y abiertas, lo que significa que ambos lados de la célula son iguales y no hay un área cerrada o encapsulada en una parte de la célula. Este grupo se encuentran principalmente en aguas dulces, pero también pueden encontrarse en ambientes marinos.

El orden Cymbellales es importante en la ecología ya que son organismos autótrofos, lo que significa que producen su propio alimento a través de la fotosíntesis y forma parte de la cadena alimentaria acuática, ya que son una fuente importante de alimento para muchos organismos acuáticos. Por otro lado, es considerado como un indicador de calidad del agua ya que su presencia o ausencia en el agua puede indicar la salud del ecosistema acuático en general, debido a que muchos especímenes son sensibles a la contaminación y solo se encuentran en agua limpia y bien oxigenada (Bícudo & Menezes, 2006)

Así mismo el orden Cymbellales también son importantes para el mantenimiento del equilibrio en los ecosistemas acuáticos. Al producir oxígeno a través de la fotosíntesis y absorber dióxido de carbono del agua, juegan un



papel fundamental en la regulación de la calidad del agua y en la salud del ecosistema acuático en general (Bícudo & Menezes, 2006)

### **Familia Cymbellaceae**

La familia Cymbellaceae se encuentran principalmente en ambientes de agua dulce. Se caracteriza porque presenta una forma alargada, con los extremos redondeados y simétricas respecto a un eje longitudinal. Tienen una válvula dorsal y otra ventral, que son iguales en tamaño y forma. La superficie de la célula está cubierta de crestas longitudinales y tienen una estría central. Crecen en colonias, a menudo formando filamentos o agregados (Bícudo & Menezes, 2006).

Son importantes en la ecología de los ecosistemas de agua dulce, ya que son una fuente importante de alimento para otros organismos acuáticos. Además, algunas especies de esta familia son indicadoras de la calidad del agua, ya que su presencia o ausencia puede ser un indicativo de niveles de contaminación (Bícudo & Menezes, 2006).

### **b. Orden: Fragilariales**

El orden Fragilariales pertenece a la clase Bacillariophyceae, que son diatomeas unicelulares fotosintéticas que se encuentran en ambientes acuáticos. Son muy variadas en cuanto a su forma y estructura, aunque generalmente tienen una forma ovalada o circular (Bícudo & Menezes, 2006). Se caracterizan por tener una frústula muy delicada y frágil, con una ornamentación muy fina y delicada, que a menudo forma patrones geométricos. La frústula se compone de dos valvas o partes, que se ajustan como una caja, y entre ellas hay una cinta periférica formada por espinas o trabéculas. Esta estructura única de la frústula les permite sobrevivir incluso en ambientes turbulentos y con corrientes fuertes (Bícudo & Menezes, 2006). El orden Fragilariales suelen habitar en aguas dulces, aunque algunos géneros pueden encontrarse en ambientes marinos. Son comunes en ríos, lagos y estanques, donde pueden formar comunidades muy importantes, desempeñan un papel importante en la cadena alimentaria acuática



(zooplancton y peces). Algunas especies tienen una gran importancia en la limnología, principalmente para estudios de los cuerpos de agua dulce, ya que son indicadoras de la calidad del agua y del estado del ecosistema, debido a su sensibilidad a los cambios, es decir, si el agua está contaminada o no tiene suficientes nutrientes, pueden desaparecer o ser reemplazadas por especies menos sensibles (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **Familia: Fragilariaceae**

La familia Fragilariaceae habitan principalmente ambientes de agua dulce y marinos, y se caracterizan por presentar una estructura frágil y delicada. Presentan tamaños variados que van desde micras hasta algunos milímetros, y tienen formas alargadas y estrechas en la mayoría de los casos (Bícudo & Menezes, 2006).

Las fragilariáceas son importantes productores primarios y responsables de una gran parte del suministro de oxígeno en el planeta, además es una fuente de alimento para numerosos organismos acuáticos como zooplancton, peces e invertebrados marinos, y su presencia es un indicador de la calidad del agua debido a la alta sensibilidad a la contaminación (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **c. Orden Sphaeropleales**

El orden Sphaeropleales es un grupo diverso de algas verdes, que se encuentran en aguas dulces y marinas, en todo el mundo. Presentan tamaños muy pequeños que varían Aquí te dejo algunas de sus características entre las especies desde 1 a 80 micras de diámetro, suelen ser esféricas, oblongas u ovoides, aunque también hay algunas filamentosas, con coloraciones principalmente verde, pero también pueden presentar tonalidades amarillentas o marrones (Bícudo & Menezes, 2006).

El orden Sphaeropleales son organismos fotosintéticos que convierten la energía solar en materia orgánica utilizable. Son los principales productores primarios en muchos ecosistemas acuáticos, lo que significa que son la base de la cadena alimentaria acuática. Aportan oxígeno durante la fotosíntesis al igual que todas las plantas, siendo esencial para la supervivencia de otros



organismos en el agua, incluidos los peces y otros animales acuáticos. Ayudan a mantener la calidad del agua ya que, en el proceso de la fotosíntesis, absorben nutrientes como el nitrógeno y el fósforo del agua circundante. Esto reduce la cantidad de nutrientes disponibles para las bacterias y otros organismos que pueden causar proliferaciones de algas no deseables (Bícudo & Menezes, 2006).

### **Familia Hydrodictyaceae**

Es una familia de algas verdes de agua dulce que se caracteriza por formar colonias con formas diversas, se encuentran en aguas dulces, tanto en ambientes lóticos (ríos y arroyos) como en ambientes lénticos (lagos y estanques).

La familia Hydrodictyaceae son importantes en los ecosistemas acuáticos, ya que son una fuente de alimento para otros organismos acuáticos, y ayudan en la oxigenación del agua. También se utilizan en investigaciones sobre la ecología acuática y la calidad de agua (Bícudo & Menezes, 2006).

### **Familia Selenastraceae**

Es una familia de algas unicelulares, presentan una forma ovalada o elíptica y están encerradas en una delicada pared celular de sílice que les confiere una apariencia distintiva de frágiles cajas de vidrio. Se encuentran comúnmente en ambientes acuáticos, tanto dulces como salados, y en aguas superficiales o profundas. Presentan un tamaño que oscila entre 5 y 60 micrómetros de diámetro. Algunas especies, sin embargo, pueden alcanzar tamaños mayores. La familia Selenastraceae son muy importantes en los sistemas acuáticos, ya que son una fuente crítica de alimento para muchos organismos acuáticos, desde pequeños invertebrados hasta grandes mamíferos. Además, también son importantes para el ciclo del carbono y de otros nutrientes en el agua (Bícudo & Menezes, 2006).

### **Familia Scenedesmaceae**

Es un grupo de algas verdes unicelulares que se encuentran comúnmente en ambientes de agua dulce, aunque también pueden habitar en agua salada. Se



caracterizan por ser fusiformes o esféricas y miden entre 2 y 10 micrómetros de diámetro. Este grupo son importantes productores primarios en ecosistemas acuáticos y pueden formar grandes colonias que se adhieren a superficies sólidas como piedras o plantas acuáticas. Por otro lado, estudios de toxicidad ambiental refieren su capacidad de acumular metales pesados y otros contaminantes (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **d. Orden Volvocales**

El orden Volvocales es uno de los grupos más importantes del fitoplancton, pues estas especies son responsables de una gran cantidad de la producción primaria en los ecosistemas acuáticos. Este grupo son importantes para la cadena alimentaria, ya que proporcionan alimento para otros organismos acuáticos. Al ser autótrofos, el orden Volvocales pueden reducir la carga de nutrientes en los cuerpos de agua, contribuyendo a la mejora de la calidad de agua. Además, algunas especies pueden absorber metales pesados y productos químicos contaminantes, lo que ayuda a reducir la contaminación (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **Familia Volvocaceae**

Es un grupo de algas verdes unicelulares o coloniales que se encuentran en agua dulce o estuarios. Se caracteriza por presentar dos flagelos, usualmente de igual tamaño, están cubiertas por una pared celular compuesta de celulosa. Las colonias son esféricas o lenticulares, y pueden contener desde unas pocas células hasta varias.

La familia Volvocaceae son importantes en la ecología acuática, ya que son productoras primarias y forman parte de la vida acuática en ecosistemas lacustres, ríos y estuarios (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **e. Orden Zygnematales**

Es un grupo de algas verdes unicelulares o filamentosas que se encuentran en todo el mundo en numerosos hábitats acuáticos tanto de agua dulce como salada. Las Zygnematales son importantes productores de oxígeno a través de la fotosíntesis. El oxígeno que producen es vital para la mayoría de los



seres vivos en la Tierra. Por otro lado, los filamentos de Zygnematales forman una red que ayuda a mantener en equilibrio los niveles de nutrientes y oxígeno en los cuerpos de agua donde viven. Esto significa que las Zygnematales pueden ayudar a mantener el agua limpia y saludable para otros organismos acuáticos. Así mismo, son indicadores de contaminación y otros cambios ambientales en los cuerpos de agua dulce (Bícudo & Menezes, 2006).

### **Familia Desmidiaceae**

Es una familia de algas verdes unicelulares que se encuentran principalmente en agua dulce. Son indicadores de la calidad del agua: Las Desmidiaceae son sensibles a la calidad del agua y su presencia o ausencia puede indicar el estado de salud del ecosistema acuático.

Son importantes para la cadena alimentaria, siendo una fuente importante de alimento para organismos acuáticos como zooplancton, insectos acuáticos y peces, además son importantes para la producción de oxígeno: Al igual que otras algas, son fotosintéticas y producen oxígeno como subproducto, lo que ayudan a mantener la estructura de los ecosistemas acuáticos (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **a. Laguna Huachoccocha**

La descripción taxonómica de los géneros hallados se presenta en la siguiente Tabla

Tabla 6. Composición de la comunidad fitoplanctónica de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Clase	Orden	Familia	Género
<b>Bacillariophyceae</b>	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
<b>Bacillariophyceae</b>	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
<b>Chlorophyceae</b>	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum
<b>Chlorophyceae</b>	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus
<b>Zygnematophyceae</b>	Zygnematales	Desmidiaceae	Staurastrum



De acuerdo a la tabla anterior, se ha identificado cinco géneros como integrantes de la comunidad fitoplanctónica.

#### **b. Laguna Tinyacocha**

Tabla 7. Composición de la comunidad fitoplanctónica de la laguna Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>
<b>Bacillariophyceae</b>	Fragilariales	Fragilariaceae	Fragilaria
<b>Bacillariophyceae</b>	Cymbellales	Cymbellaceae	Cymbella
<b>Chlorophyceae</b>	Sphaeropleales	Hydrodictyceae	Pediastrum
<b>Chlorophyceae</b>	Sphaeropleales	Selenastraceae	Ankistrodesmus
<b>Chlorophyceae</b>	Volvocales	Volvocaceae	Eudorina
<b>Zygnematophyceae</b>	Zygnematales	Desmidiaceae	Staurastrum
<b>Chlorophyceae</b>	Sphaeropleales	Scenedesmaceae	Crucigenia

En la laguna Tinyacocha se halló un total de siete géneros.

Es importante conocer la abundancia relativa de los componentes de una comunidad, por ello en la Figura 3 se presenta las abundancias relativas expresado en porcentaje de los componentes del fitoplancton para las dos lagunas. Para la laguna Huachoccocha, en la que se halló 5 géneros, Cymbella fue la dominante, representando el 45,5%, seguido de Pediastrum con el 26,59%. En la laguna Tinyacocha, el género dominante fue Pediastrum que representó el 60,29%, seguido de Fragilaria con el 25,63%.

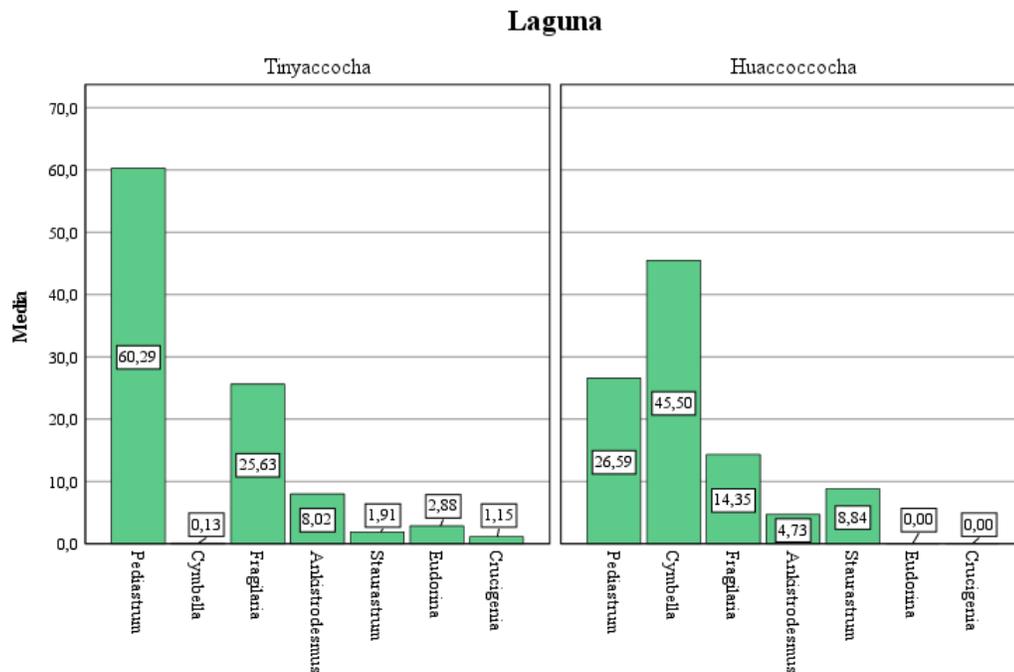


Figura 3. Abundancias relativas de los componentes del fitoplancton en las lagunas Huachococha y Tinycococha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

### 3.3.2. Zooplancton

Agrupar a organismos heterótrofos (animales) que se hallan en la columna de agua, con movimiento limitado, sujeto al movimiento de las aguas; sin embargo, se ha demostrado que puede realizar migraciones verticales condicionado por la presencia de luz solar, ascienden durante la noche y se profundizan durante el día. La disponibilidad de alimento y la necesidad de protegerse de los depredadores son las variables que están ligadas a esos movimientos. Dentro de esta comunidad hallamos organismos desde protozoarios hasta estadios inmaduros de los vertebrados, como los peces (Barnes, 1992). Dentro de las principales familias halladas en las lagunas examinadas tenemos (Thorp & Covich, 2010):

#### a. Orden Cladocera

El orden cladócero representa a la comunidad planctónica de los lagos, en lo que respecta a la transferencia de energía a lo largo de la trama trófica. Estos



organismos son casi exclusivamente consumidores de algas y de detritus, son capaces de afectar el desarrollo del fitoplancton en los sistemas naturales y, al mismo tiempo, son las presas favoritas de depredadores vertebrados e invertebrados. *Daphnia*, es uno de los géneros más representativos de los cladóceros, es considerado en la actualidad como un organismo modelo, ya que ha sido utilizado en una gran cantidad de estudios en diferentes niveles de las investigaciones biológicas. Sin embargo, *Daphnia* frecuentemente forma parte del plancton de la zona limnética en las regiones templadas, siendo rara su ocurrencia en los cuerpos de agua tropicales lo que reduce la posibilidad de extrapolar los resultados obtenidos de los estudios con este organismo a los cuerpos de agua dulce tropicales (Fernando et al., 1987).

### **Familia Daphniidae**

Conocidas como pulgas de agua, son diminutos crustáceos. Existen varios tamaños, desde casi imperceptibles, hasta los que miden 3 mm; tienen dos pares de antenas y patas adaptadas para nadar y agarrarse. Las segundas antenas agrandadas sirven de órganos locomotores.

Los Daphniidae se alimentan principalmente de fitoplancton, bacterias y detritos en suspensión en el agua. Son considerados herbívoros filtradores, ya que utilizan apéndices especializados para filtrar partículas alimenticias de la columna de agua. Al consumir fitoplancton, influyen en la composición y biomasa de estas algas microscópicas, regulando así la productividad primaria y los ciclos biogeoquímicos.

Los cladóceros de la familia Daphniidae son una importante fuente de alimento para muchos organismos acuáticos. Son consumidos por peces, larvas de insectos acuáticos, anfibios y aves, entre otros. Su capacidad para convertir fitoplancton en biomasa animal disponible para niveles tróficos superiores permite la transferencia eficiente de energía y nutrientes en los ecosistemas acuáticos. Debido a su alta sensibilidad a estas perturbaciones ambientales, las poblaciones de *Daphnia* pueden servir como indicadores tempranos de alteraciones en los ecosistemas acuáticos (Fernando et al., 1987).



## **b. Orden Calanoida**

Es el grupo más grande de maxilópodos, con más de 14.000 especies conocidas. De estos, alrededor de 3000 son formas de agua dulce. Habitan en las aguas dulces con variadas características físicas y químicas. Los copépodos dominan la fauna de los sistemas de agua dulce. Es un grupo de organismo que habita exclusivamente en aguas con elevada salinidad y conductividad eléctrica en cuerpos de agua pequeños y poco profundos. Desempeñan un papel clave en la dinámica trófica acuática como consumidores primarios y secundarios, y como una fuente importante de alimento para muchos invertebrados y vertebrados más grandes (Suárez-Morales, 2015).

### **Familia Centropagidae**

Pertencientes al orden Calanoida. Los Centropagidae son organismos que incluye a los organismos que pasan todo su ciclo de vida en la columna de agua. Como parte integral del zooplancton, los Centropagidae desempeñan un papel crucial en las redes tróficas y en la transferencia de energía a niveles tróficos superiores.

Los Centropagidae son principalmente herbívoros y se alimentan de fitoplancton y otros materiales orgánicos suspendidos en el agua. Al regular la biomasa y la composición del fitoplancton, influyen en la productividad primaria y en los ciclos biogeoquímicos. Su capacidad para controlar el crecimiento del fitoplancton es esencial para mantener un equilibrio en la comunidad del fitoplancton y prevenir floraciones de algas nocivas (Suárez-Morales, 2015).

## **c. Orden Ploima**

Ploima es un orden de rotíferos, invertebrados microscópicos que se encuentran en ecosistemas de agua dulce o marinos. Estos rotíferos a diferencia de los anteriores son nadadores, su cuerpo puede o no tener lórica, es corto o en forma de saco. Este orden reúne la mayor parte de los rotíferos (Toscano & Severino, 2013)



## Familia Brachionidae

La familia Brachionidae es un grupo de rotíferos planctónicos. Estos organismos microscópicos se encuentran en una amplia variedad de hábitats acuáticos, como lagos, estanques y ríos. Se alimentan de fitoplancton, bacterias y otros microorganismos suspendidos en el agua. Al consumir fitoplancton, regulan la abundancia y composición de estas algas microscópicas en los cuerpos de agua. Su capacidad para controlar el crecimiento del fitoplancton contribuye a mantener un equilibrio en la comunidad del fitoplancton y prevenir floraciones excesivas de algas nocivas (Toscano & Severino, 2013).

Los rotíferos de la familia Brachionidae son organismos muy sensibles a los cambios en el entorno acuático, como la calidad del agua, la temperatura y la disponibilidad de alimentos. Debido a su corto ciclo de vida y su rápida tasa de reproducción, pueden responder rápidamente a las perturbaciones ambientales. Esto los convierte en indicadores útiles para evaluar la salud y la calidad del agua en los ecosistemas acuáticos (Toscano & Severino, 2013)

### a. Laguna Huachoccocha

Tabla 8. Composición de la comunidad zooplanctónica de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Arthropoda	Copépoda	Calanoida	Centropagidae	Boeckella
Rotíferos	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus
Rotíferos	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella

Se halló tres géneros de macrozooplancton, uno pertenecientes a los Branquiopodos comúnmente conocidos como “pulgas de agua” y dos del grupo de los Rotíferos.

## b. Laguna Tinyaccocha

Tabla 9. Comunidad zooplanctónica de la laguna Tinyaccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Phylum	Clase	Orden	Familia	Género
Arthropoda	Branchiopoda	Cladocera	Daphniidae	Daphnia
Rotíferos	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Brachionus
Rotíferos	Monogononta	Ploima	Brachionidae	Keratella

La composición del zooplancton de la laguna Tinyaccocha es similar a Huachoccocha.

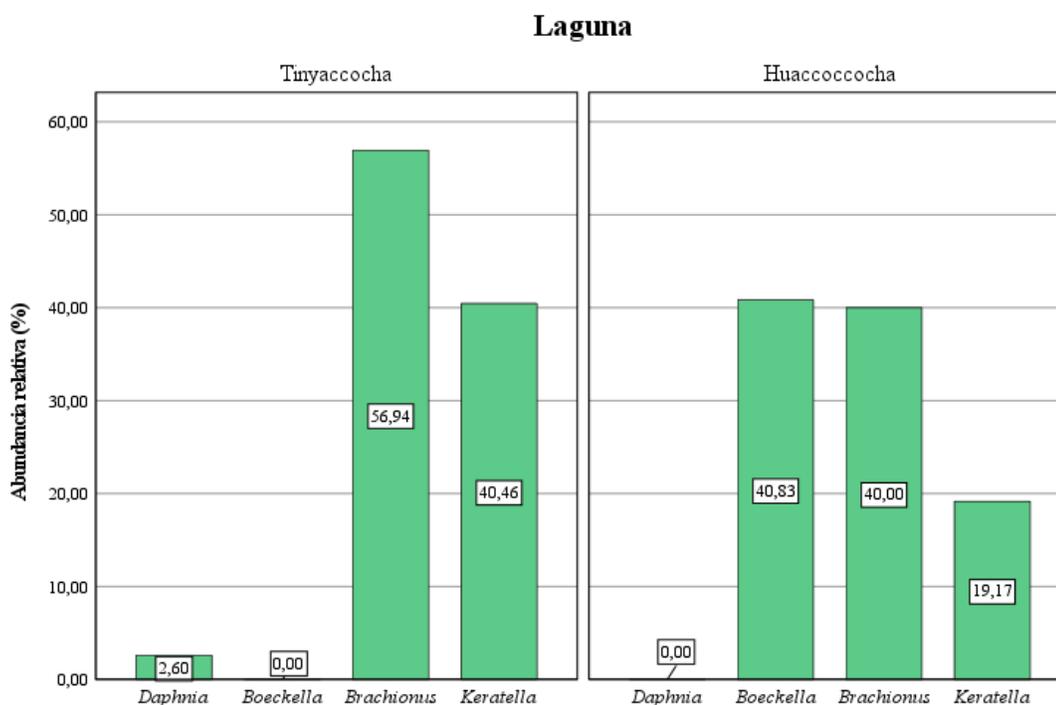


Figura 4. Abundancias relativas de los componentes del zooplancton en las lagunas Huachoccocha y Tinyaccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.



Las dos lagunas comparten la misma composición del macrozooplancton, sin embargo, difieren en cuanto a la abundancia relativa. En la laguna Huachoccocha, el que domina claramente es *Brachionus* con el 56,94%, seguido de *Keratella* con el 40,46%. En la laguna Tinyaccocha, *Boeckella* y *Brachionus* con los dominantes con el 40,83% y 40%, de abundancia, respectivamente (Figura 4).

### **3.3.3. Perifiton**

Es una comunidad que habita superficies sumergidas de los cuerpos de agua en la que hay presencia de luz solar, Pueden desarrollarse sobre piedras, fango, arena, incluso en superficies de plantas acuáticas, incluso sobre pedazos de vidrio plástico, entre otros. Está constituido por organismos autótrofos y heterótrofos, siendo más conocido aquellos que llevan a cabo la fotosíntesis (Cole & Weihe, 2015). Uno de los componentes más importantes son las algas denominadas diatomeas, cuyo color es característicos (amarillo a marrón).

#### **a. Orden Naviculales**

El orden Naviculales son algas unicelulares fotosintéticas que se encuentran en diversos hábitats acuáticos, como océanos, ríos, lagos y estuarios. Son extremadamente abundantes y desempeñan un papel crucial en los ecosistemas acuáticos. Son una fuente importante de alimento para una amplia variedad de organismos acuáticos. Sus células contienen nutrientes esenciales, como lípidos, proteínas y carbohidratos, que son consumidos por zooplancton, larvas de peces, moluscos y otros organismos. Al ser la base de la cadena alimentaria, transfieren energía y nutrientes a niveles tróficos superiores en los ecosistemas acuáticos. Son utilizadas como bioindicadores para evaluar la calidad del agua. La composición y abundancia presentes en un cuerpo de agua pueden proporcionar información sobre la salud del ecosistema acuático y los impactos de la contaminación o el cambio ambiental. Los cambios en la comunidad del orden Naviculales pueden indicar



alteraciones en la calidad del agua y servir como herramientas para la monitorización y gestión de los recursos hídricos (Bícudo & Menezes, 2006).

### **Familia Naviculaceae**

Son extremadamente diversas y se encuentran en una amplia variedad de hábitats acuáticos, desde aguas marinas hasta aguas dulces. Presenta una forma alargada y aplanada, con una simetría bilateral. Su nombre "Naviculaceae" se deriva de la palabra latina "navicula", que significa "barco pequeño" y se refiere a la forma de su célula, similar a un barco o una canoa. Estas diatomeas tienen una cápsula celular, conocida como frústula, compuesta por dos valvas que encajan entre sí. Son utilizadas ampliamente en estudios paleoecológicos y en la reconstrucción de condiciones ambientales pasadas. Su presencia y abundancia en los sedimentos acuáticos proporcionan información valiosa sobre los cambios en los ecosistemas acuáticos a lo largo del tiempo. Además, algunas especies de Naviculaceae son utilizadas como indicadores de condiciones específicas, como la salinidad, la temperatura del agua y la calidad del agua (Bícudo & Menezes, 2006).

#### **a. Laguna Huachoccocha**

Tabla 10. Composición de la comunidad del perífiton de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

<b>Clase</b>	<b>Orden</b>	<b>Familia</b>	<b>Género</b>
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatomea
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra

De acuerdo a los resultados, el perífiton tres géneros pertenecientes a los comúnmente llamados "algas diatomeas" (Bacillariophyceae). De acuerdo a estos resultados se considera que la diversidad es muy pobre.



## b. Laguna Tinyacocha

De acuerdo a los resultados, se registró tres géneros en el perifiton perteneciente a las llamadas “algas diatomeas” (Bacillariophyceae). De acuerdo a estos resultados se considera que la diversidad es muy pobre.

Tabla 11. Composición de la comunidad del perifiton de la laguna Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Clase	Orden	Familia	Género
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Diatomea
Bacillariophyceae	Naviculales	Naviculaceae	Navicula
Bacillariophyceae	Fragilariales	Fragilariaceae	Synedra

De acuerdo a los resultados, las dos lagunas estudiadas comparten los mismos géneros dentro del perifiton. Sin embargo, las abundancias que muestran sus componentes son diferentes, para Huachoccocha, es la que domina con el 88.65%, seguido de Navicula con el 10,71%. Para la laguna Tinyacocha, el género dominante es Diatomea con el 63,7%, seguida de Synedra con el 26,35%. Las diferencias halladas se deben probablemente a las condiciones fisicoquímicas del agua que fue detallados líneas arriba (Figura 5).

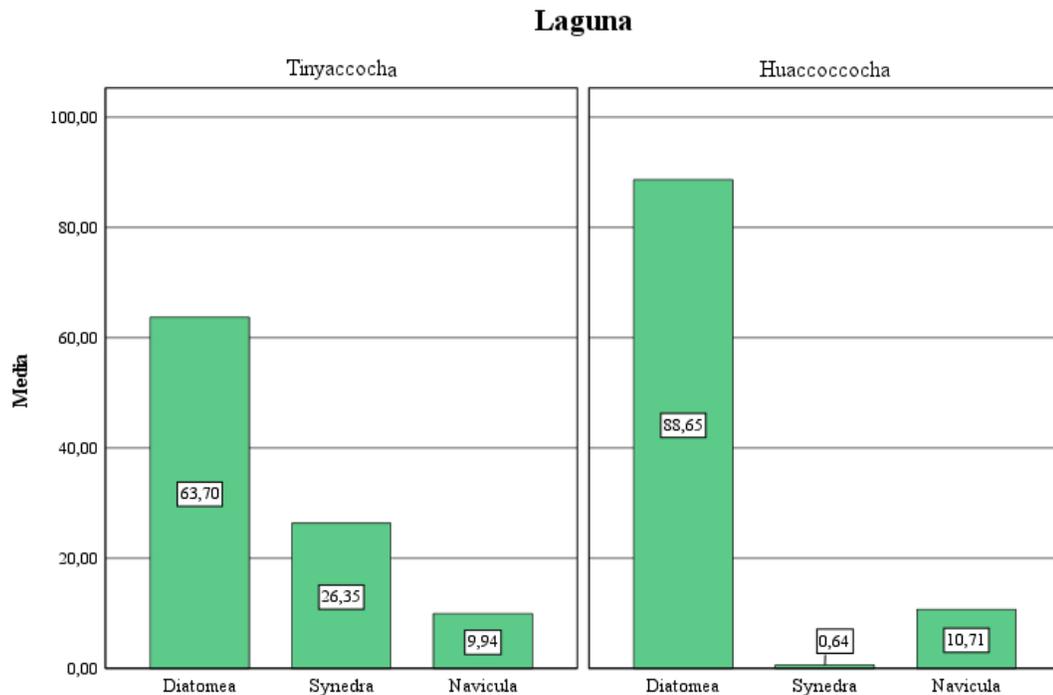


Figura 5. Abundancias relativas de los componentes del perifiton en las lagunas Huacococha y Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

### 3.3.4. Macroinvertebrados acuáticos de la zona litoral

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos está constituido por organismos que tienen un tamaño mayor a 0,5 mm y no presentan una columna vertebral. Se los puede hallan en diferentes tipos de cuerpos de aguas continentales, principalmente asociados al lecho, por ello también reciben el nombre macroinvertebrados bentónicos (Domínguez & Fernández, 2009a): la diversidad de las comunidades que se hallan en sistemas lénticos es reducida en comparación con los sistemas fluviales, debido a que estos últimos cuerpos de agua presentan una mayor variedad de hábitats. Es frecuente que en esta comunidad sea dominante los integrantes de la clase Insecta, representando en muchos casos más del 80% de la diversidad y la abundancia. Otro aspecto importante a resaltar, es una comunidad biológica



constituida por grupos taxonómicos variados, como planarias, anfípodos, moluscos, bivalvos, entre los más importantes (Pérez, 1988).

#### **a. Orden Coleoptera**

El Orden Coleóptera es el grupo más numeroso de organismos que se conoce, incluyendo más de 35 000 especies en 170 familias que se distribuyen en 04 sub órdenes. Si bien la mayor parte de los coleópteros son terrestres, hay cerca de 10,000 especies que son acuáticas en alguno de sus estados de desarrollo, se encuentran en todo tipo de aguas continentales, con excepción de ciertos ambientes particulares, como partes muy profundas de lagos o aguas muy contaminadas (Domínguez & Fernández, 2009b).

Si bien la riqueza de coleópteros acuáticos es más en ambientes lénticos y entre la vegetación litoral, hay familias que habitan casi exclusivamente ambientes lóticos y viven asociados a aguas bien oxigenadas (Psephenidae y Elmidae). Pese a que generalmente no alcanzan grandes densidades los coleópteros acuáticos son importantes en las cadenas y redes tróficas. Muchas especies son fuente de alimento para peces y anfibios. Otras son importantes como predadores, y otras especies se alimentan de algas o de detritus orgánicos. La importancia de otras especies radica en su utilidad como bioindicadores de calidad de aguas; si bien grupos como los efemerópteros, plecópteros y tricópteros suelen ser los más utilizados, los coleópteros están ganando reconocimiento para evaluar ambientes acuáticos (Domínguez & Fernández, 2009b).

#### **Familia Elmidae**

Las larvas no han sido bien estudiadas en América del Sur. Suelen vivir en el mismo ambiente que los adultos. Su abdomen es generalmente duro y tiene nueve segmentos. El noveno segmento tiene un opérculo ventral. La respiración se cree que es una combinación entre cutánea y por medio de branquias anales. Se alimentan de algas y su ciclo de desarrollo es lento, entre uno y dos años (Encalada et al., 2011).

#### **b. Orden Diptera**



Los dípteros son insectos holometábolos, que se reconocen por sus colores en general poco vistosos y por la presencia de un solo par de alas membranosas, el par anterior está reducido a balancines o halterios en forma de clava. Se pueden citar a dípteros como como indicadores ecológicos de interés a Blephariceridae, Ceratopogonidae, Chironomidae, Empididae, Psychodidae, Simuliidae, Tipulidae, etc (Domínguez & Fernández, 2009b).

El hábitat de esta orden es muy variado debido al desarrollo de sistemas adaptativos que les permiten habitar una amplia gama de biotopos acuáticos y tienen que ver mucho con el régimen alimentario y también con su mecanismo de respiración. Hay especies muy bien adaptadas a altas concentraciones salinas tanto continentales como del litoral marino (Ephydriidae y Ceratopogonidae) o también a aguas termales sulfurosas (Simuliidae, Ephydriidae, Culicidae), esto hace que tengan pocos competidores en su ambiente (Domínguez & Fernández, 2009b).

#### **Familia Chironomidae**

Miden entre 2 y 10 mm. Larvas de cuerpo alargado y tubular, con 12 segmentos abdominales bien definidos, sin cerdas. Tienen dos pares de patas falsas que les ayudan en sus movimientos, aunque uno o ambos pares pueden estar ausentes. Viven en aguas lóxicas y lénticas, en fango y arena con abundante materia orgánica en descomposición (Encalada et al., 2011).

#### **c. Orden Amphipoda**

La diversidad, actualmente conocida de crustáceos dulceacuícolas se incrementa permanentemente con hallazgos de taxones de alta jerarquía, sobre todo si consideramos los estudios del medio acuático subterráneo (Domínguez & Fernández, 2009b).

Los estudios de la diversidad del biotopo hiporreico son recientes y aislados en América del sur, por lo que espera que los aportes futuros enriquezcan el alto grado de diversidad conocido actualmente. Esta afirmación también es válida para otros ambientes de agua dulce aún inexplorados, como es el caso de la mayoría de los cuerpos de agua de las cavernas, cuevas subterráneas



construidas por otros crustáceos y ambientes mixohalinos (Domínguez & Fernández, 2009b).

### **Familia Hyalellidae**

Se caracteriza por tener un telson (último segmento antes de la cola) entero y por tener un par de apéndices en cada segmento del tórax. Miden desde 2,5 a 20 mm. Los machos pueden diferenciarse por tener la segunda pata notoriamente mayor que las demás. Se pueden encontrar en lagos, charcas, ríos, manantiales y hasta en aguas subterráneas (Encalada et al., 2011).

### **d. Orden Lumbriculida**

Estos organismos son conocidos comúnmente como lombrices. Se trata de gusanos cilíndricos con múltiples segmentos que lucen como anillos. Se encuentran en una gran variedad de hábitats desde aguas corrientes a estancadas. Algunos prefieren vivir en sedimentos suaves y otros sobre la vegetación acuática. Además, algunos grupos son abundantes de zonas con altos niveles de polución orgánica (Encalada et al., 2011).

### **Familia Lumbriculidae**

Son organismos de tamaño variable desde muy pequeños hasta el tamaño de una lombriz de tierra. Presentan cuerpo cilíndrico y segmentado (metámeros) con presencia de setas. Tradicionalmente a muchas especies de esta clase se le considera organismos resistentes a la contaminación por su amplia tolerancia (Encalada et al., 2011).

### **a. Laguna Huachoccocha**

En la Tabla 12 se observa que la comunidad de macroinvertebrados en la zona litoral de la laguna estuvo compuesto por 3 familias, dos que pertenecen a la clase Insecta. Se resalta la presencia del anfípodo *Hyaella*, como uno de los grupos de macroinvertebrados más abundantes en los cuerpos lénticos altoandinos, posiblemente debido a que la materia orgánica vegetal en proceso de descomposición es abundante, ya que lo emplea como alimento (detritívoro).

Tabla 12. Comunidad macroinvertebrada acuática de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.

Clase	Orden	Familia
Insecta	Coleoptera	Elmidae
Insecta	Diptera	Chironomidae
Malacostraca	Amphipoda	Hyaellidae
Clitellata	Lumbriculida	Lumbriculidae

De acuerdo a la Figura 6, el género *Hyaella* es el más abundante con el 64,2%, seguid de *Macrelmis* y *Dicotendipes* con 17,6%, en ambos casos.

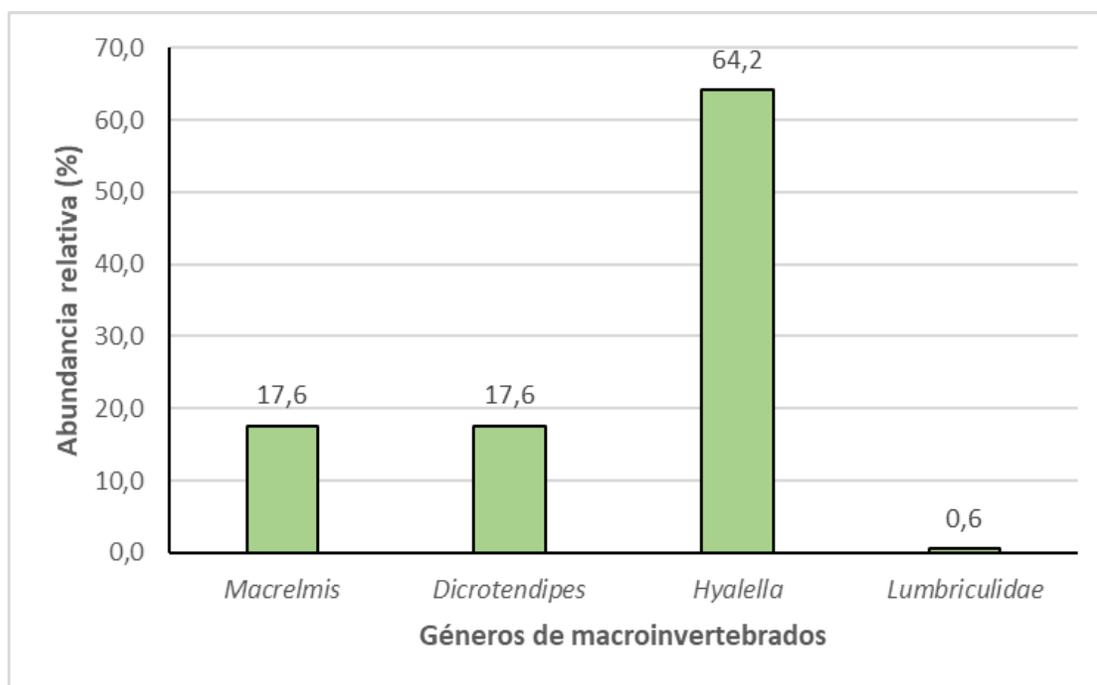


Figura 6. Abundancias relativas de los componentes de los macroinvertebrados de la zona litoral en las lagunas Huachoccocha y Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.



---

### **b. Laguna Tinyaccocha**

Las muestras provenientes de esta laguna no presentaron ningún representante de los macroinvertebrado. Muy probablemente debido a que el esfuerzo aplicado no fue suficiente para poder caracterizar esta comunidad.



## CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. CONCLUSIONES

- a. Las dos lagunas en estudio, presentan áreas con profundidades mayores a 15 m, en los que se puede desarrollar la crianza de truchas en jaulas flotantes, con Huachoccocha que presenta mayor área (aproximadamente 17,9 ha en comparación con Tinyaccocha (3,33 ha)
- b. La comunidad fitoplanctónica es pobre en ambas lagunas, habiéndose registrado solo cinco géneros en la laguna Huachoccocha y seis Tinyaccocha.
- c. El zooplancton también se le puede catalogar como pobre, ya que se halló tres géneros tanto en la laguna Huachoccocha como Tinyaccocha.
- d. El perifiton de igual manera es pobre, ya que se halló tres géneros en ambas lagunas
- e. La comunidad de macroinvertebrados acuáticos en la laguna Huachoccocha estuvo formado por cuatro géneros, mientras que en Tinyaccocha no se registró ninguno. La diversidad de estos organismos es pobre.

### 4.2. RECOMENDACIONES:

- a. Realizar estudios de caracterización de las características fisicoquímicas del agua, así como de los componentes biológicos que se hallan en las lagunas Huachoccocha y Tinyaccocha. Ya que es posible que el esfuerzo aplicado en los muestreos sea insuficiente para caracterizarlos de manera detallada. La colecta debe ser llevada a cabo en varios puntos de la orilla de las lagunas.
- b. Considerar que en las lagunas no solo se puede producir trucha en ambientes convencionales, el cultivo extensivo es una alternativa económica y viable para mejorar la calidad de vida del poblador ribereño.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aboal, M., Barcia, E. B., Infante, A. P., Rodríguez, R. F., Alonso, B. R.-C., Codorníu, A. C., Rodríguez, J. R., Troncoso, R. Á., Palmero, R. Á., Sáinz, M. Á. V., & N, J. M. G. M. (2012). *Catálogo y claves de identificación de organismos fitoplanctónicos utilizados como elementos de calidad en las redes de control del estado ecológico*.  
[https://www.researchgate.net/publication/273716392\\_Id-Tax\\_Catalogo\\_y\\_claves\\_de\\_identificacion\\_de\\_organismos\\_fitoplanctonicos\\_utilizados\\_como\\_elementos\\_de\\_calidad\\_en\\_las\\_redes\\_de\\_control\\_del\\_estado\\_ecologico](https://www.researchgate.net/publication/273716392_Id-Tax_Catalogo_y_claves_de_identificacion_de_organismos_fitoplanctonicos_utilizados_como_elementos_de_calidad_en_las_redes_de_control_del_estado_ecologico)
- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017* [Tesis, Universidad Tecnológica de los Andes].  
<http://repositorio.utea.edu.pe/jspui/handle/utea/130>
- ANA. (2014). *Inventario de Glaciares y Lagunas: Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos*. Autoridad Nacional del Agua.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/374269/Inventario-de-Glaciares-y-Cuenca.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua, & Ministerio de Agricultura. (2009). *Política y estrategia nacional de recursos hídricos del Perú* (p. 85).



- Barnes, R. D. (1992). *Zoología de los invertebrados*. Nueva Editorial Interamericana.
- Batzer, D., & Boix, D. (2016). *Invertebrates in Freshwater Wetlands*. Springer International Publishing Switzerland.  
<http://www.springer.com/us/book/9783319249766>
- Bícudo, C. D. M., & Menezes, M. (2006). *Gêneros de algas de águas continentais do Brasil (chave para identificação e descrições)*. Rima.
- Bicudo, C., & Menezes, M. (2006). *Géneros de algas de aguas continentales de Brasil: Clave para identificación y descripción* (Segunda edición). RiMa editores.
- Brack, A., & Mendiola, C. (2000). *Ecología del Perú*. Bruño.  
<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300056262>
- Chilón Ispilco, E. H. (2021). *Incremento del nitrógeno amoniacal por la crianza de truchas en la granja Porcón – Cajamarca 2021* [Tesis, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo].  
<http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/2068>
- Cole, G. A., & Weihe, P. E. (2015). *Textbook of Limnology: Fifth Edition*. Waveland Press.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009a). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación Miguel Lillo.
- Domínguez, E., & Fernández, H. (2009b). *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos. Sistemática y Biología*. Fundación Miguel Lillo.



- Encalada, A., Rieradevall, M., Rios-Touma, B., García, N., & Prat, N. (2011). *Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S)*. Proyecto Pucara.
- Fernando, C. H., Paggi, J. C., & Rajapaksa, R. (1987). Daphnia in tropical lowlands. *Daphnia*. 45, 107-141. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol*, 45, 107-141.
- FONDEPES. (2014a). *Manual de crianza de trucha en ambientes convencionales*.
- FONDEPES. (2014b). *Manual de crianza de truchas en ambientes convencionales*. (p. 86). Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero, Ministerio de Producción.
- FONDEPES. (2014c). *Manual de cultivo de trucha en ambientes convencionales* (p. 87). Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2496894/Manual-de-Cultivo-de-Trucha.pdf>
- Gaviria, S., & Aranguren, N. (2007). Especies de vida libre de la subclase Copepoda (Arthropoda, Crustacea) en aguas continentales de Colombia. *Biota Colombiana*, 8(1), 53-68.
- Gobierno Regional Ayacucho. (2013, marzo). *Zonificación Ecológica Económica—Ayacucho* [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/zonificacion-ecologica-economica-ayacucho>
- Gutiérrez-Aguirre, M. A., Suárez-Morales, E., Cervantes-Martínez, A., Elías-Gutiérrez, M., & Previattelli, D. (2006). The neotropical species of



- Mesocyclops (Copepoda, Cyclopoida): An upgraded identification key and comments on selected taxa. *Journal of Natural History*, 40(9-10), 549-570. <https://doi.org/10.1080/00222930600761837>
- Khatri, N., & Tyagi, S. (2015). Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Frontiers in Life Science*, 8(1), 23-39. <https://doi.org/10.1080/21553769.2014.933716>
- Mercado, W., Lavín, F. V., Ubillus, K., & Romero, C. E. O. (2020). ¿Es relevante la biodiversidad en la decisión de visita a los parques nacionales en el Perú? *Economía Agraria y Recursos Naturales - Agricultural and Resource Economics*, 20(2), Article 2. <https://doi.org/10.7201/earn.2020.02.01>
- Merritt, R. W., Berg, M. B., & Cummins, K. W. (2009). *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Kendall Hunt Publishing Company.
- Neves, G. P. [UNESP. (2011). Copépodes planctônicos (Crustacea, Calanoida e Cyclopoida) em reservatórios e trechos lóticos da bacia do Rio da Prata (Brasil, Paraguai, Argentina e Uruguai): Taxonomia, distribuição geográfica e alguns atributos ecológicos. *Aleph*, 207 f.
- Osorio, V., Puig, M. Á., Buchaca, T., Sabás, I., Miró, A., Lucati, F., Suh, J., Pórrua, Q., & Ventura, M. (2022). Non-native minnows cause much larger negative effects than trout on littoral macroinvertebrates of high mountain lakes. *Biological Conservation*, 272, 109637. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109637>



- Pérez, G. R. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente «José Celestino Mutis».
- Roldan, G. (1988). *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia*. Fondo para la Protección del Medio Ambiente «José Celestino Mutis».
- Roldán, G., & Ramírez, J. J. (2022). *Fundamentos de limnología neotropical* (3ra ed.). Gente Nueva.
- Samanez, I., & López, D. (2014). Distribución geográfica de *Boeckella* y *Neoboeckella* (Calanoida: Centropagidae) en el Perú. *Revista Peruana de Biología*, 21(3), 223-228. <https://doi.org/10.15381/rpb.v21i3.10895>
- Samanez, I., Rimarachin, V., Palma, C., Arana, J., Orega, H., Correa, V., & Hidalgo, M. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: Plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. [https://www.google.com/search?sclient=psy-ab&client=firefox-b-ab&biw=1600&bih=742&noj=1&q=manual+muestreo+hidrobiologico+minam&oq=manual+muestreo+hidrobiologico+minam&gs\\_l=serp.3...107467.112141.1.112379.15.14.0.0.0.0.364.2250.0j5j3j2.10.0....0...1c.1.64.serp..8.1.203...30i10k1.dARHyYV5IA&gfe\\_rd=cr&ei=Cn4sWLvhJLLI8AeW\\_4DYBw](https://www.google.com/search?sclient=psy-ab&client=firefox-b-ab&biw=1600&bih=742&noj=1&q=manual+muestreo+hidrobiologico+minam&oq=manual+muestreo+hidrobiologico+minam&gs_l=serp.3...107467.112141.1.112379.15.14.0.0.0.0.364.2250.0j5j3j2.10.0....0...1c.1.64.serp..8.1.203...30i10k1.dARHyYV5IA&gfe_rd=cr&ei=Cn4sWLvhJLLI8AeW_4DYBw)
- Suárez-Morales, E. (2015). Chapter 29—Class Maxillopoda. En J. H. Thorp & D. C. Rogers (Eds.), *Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates*



(Fourth Edition, pp. 709-755). Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-385026-3.00029-2>

SUNASS. (1997). *Manual de procedimientos de análisis de agua*. (N.º 1).

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

Thorp, J. H., & Covich, A. P. (2010). *Ecology and Classification of North*

*American Freshwater Invertebrates*. Academic Press.

Torralba-Burrial, A., & Dugnoi, J. (2006). *Efectos de tres piscifactorías de*

*salmónidos sobre las comunidades de macroinvertebrados bentónicos*

*de los ríos donde se ubican*.

Toscano, E., & Severino, R. (2013). Brachionidae (Rotifera: Monogononta) de

la albufera El Paraíso y el reporte de *Brachionus ibericus* en el Perú.

*Revista Peruana de Biología*, 20(2), 177-180.



## ANEXO



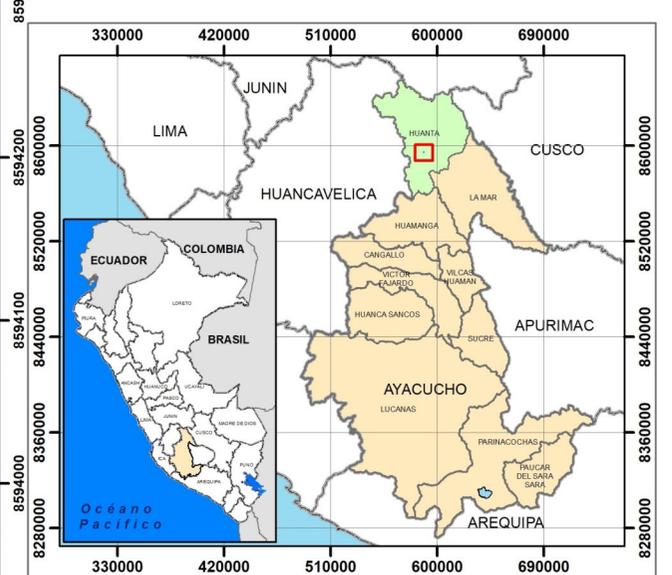
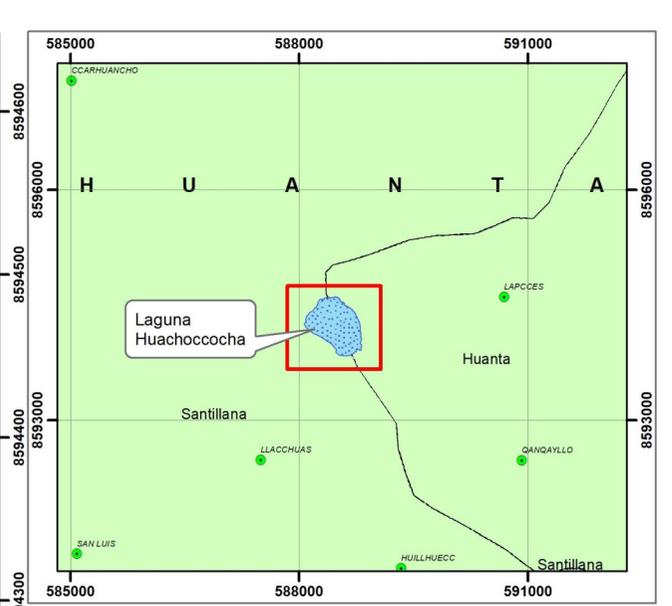
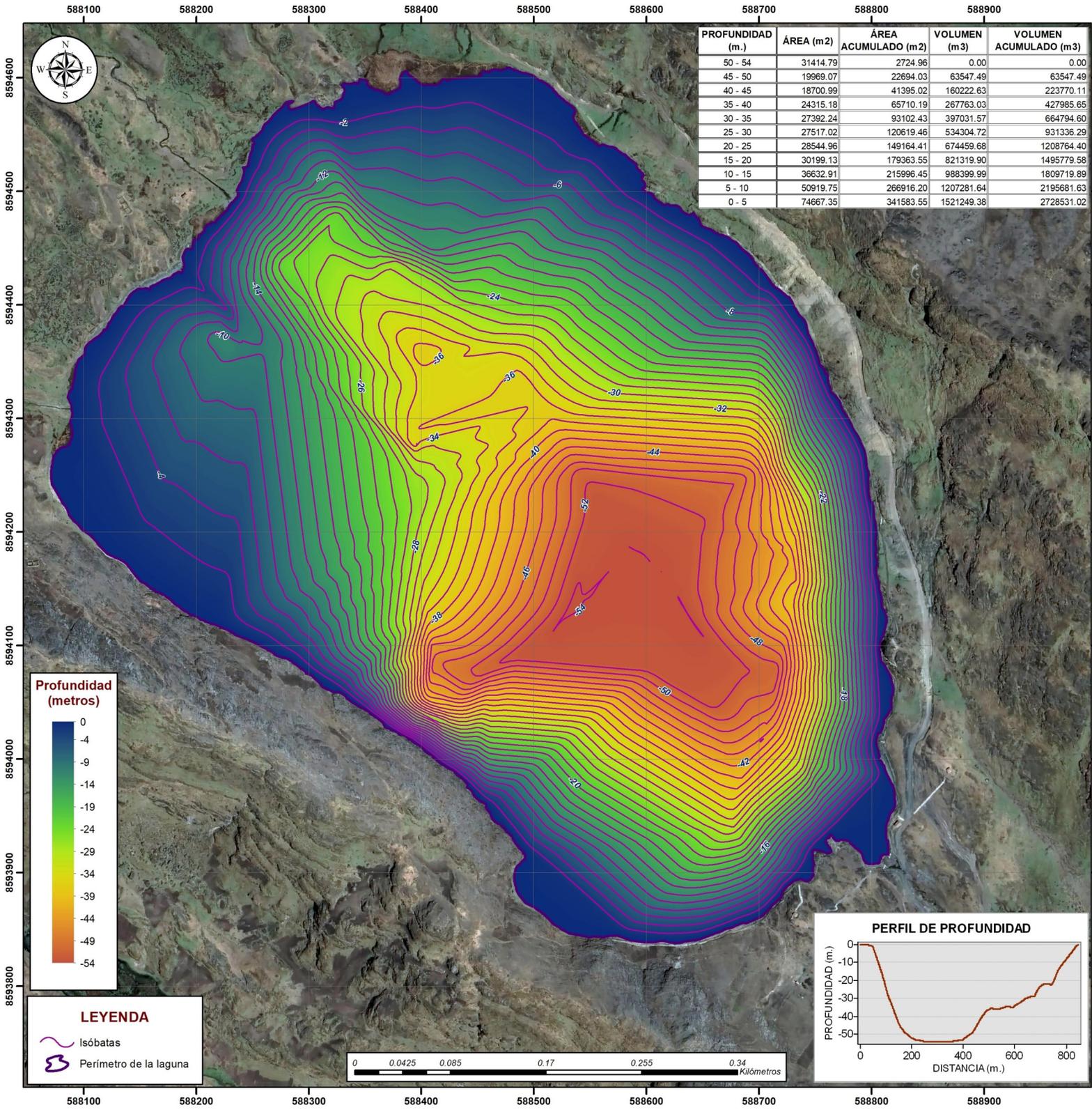
## MAPAS



---

## Mapa 1

**Mapa batimétrico de la laguna Huachoccocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.**



**GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO**  
DIRECCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN

**MAPA DE ISÓBATAS DE LA LAGUNA HUACHOCCOCHA**

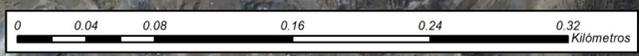
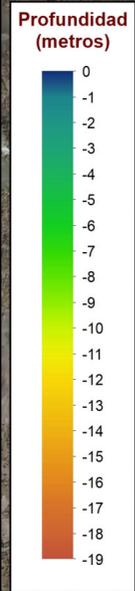
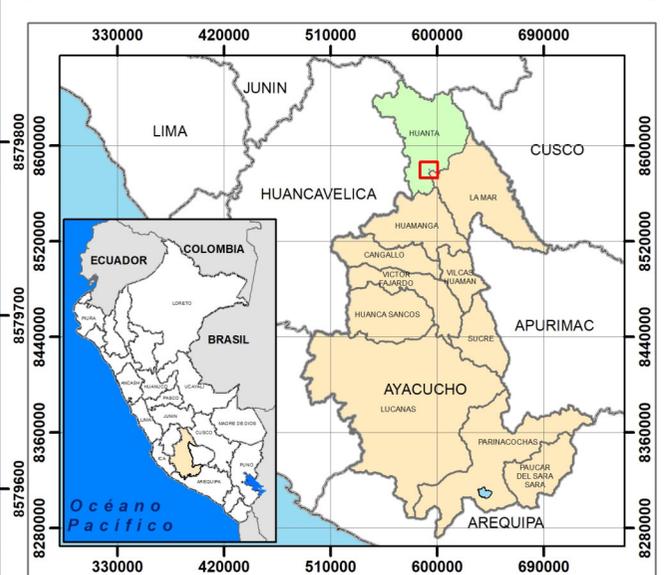
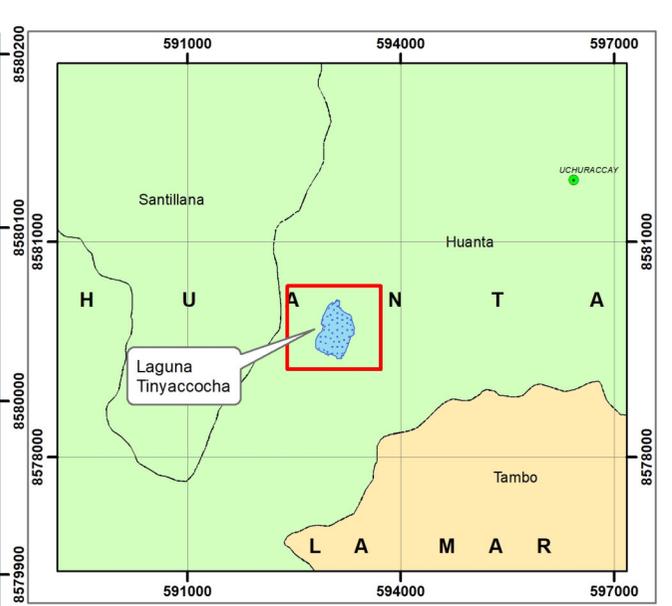
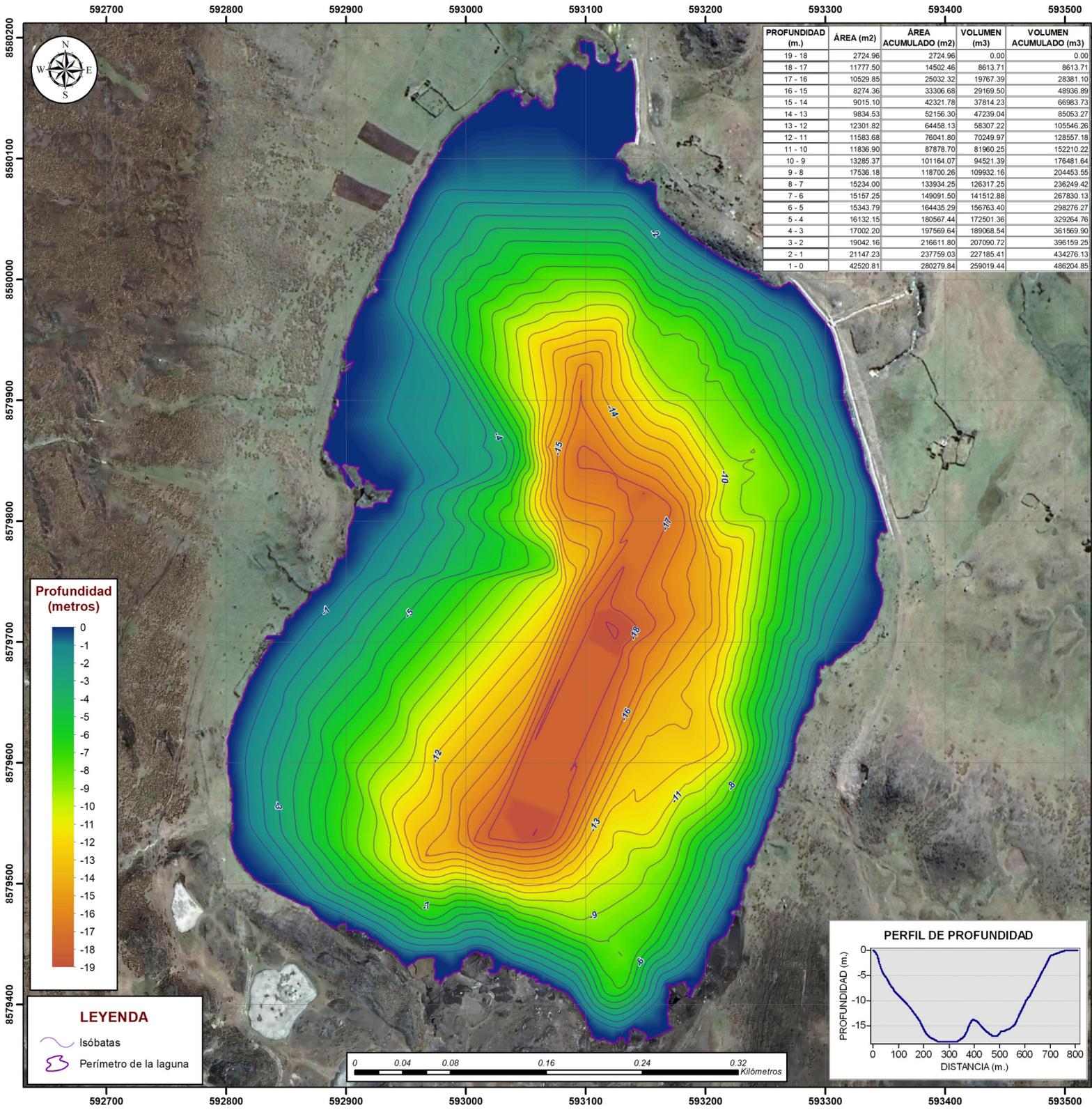
Elaborado por: <i>Eyler, Lactahuamán Huamani</i>	Proyección: <i>Geográfica</i>	Fecha: <i>Junio, 2023</i>	Escala: <i>1 : 3 300</i>	Mapa
Fuente: <i>Laboratorio BioSIG - UNSCH, SasPlanet</i>				<b>N - 12</b>



---

## Mapa 2

**Mapa batimétrico de la laguna Tinyacocha, Uchuraccay, Huanta, Ayacucho mayo de 2023.**



GOBIERNO REGIONAL DE AYACUCHO  
DIRECCIÓN REGIONAL DE LA PRODUCCIÓN

**MAPA DE ISÓBATAS DE LA LAGUNA TINYACCOCHA**

Elaborado por: <i>Eyler, Lactahuamán Huamani</i>	Proyección: <i>Geográfica</i>	Fecha: <i>Junio, 2023</i>	Escala: <i>1 : 3 100</i>	Mapa <b>N - 11</b>
Fuente: <i>Laboratorio Bio-SIG - UNSCH, SasPlanet</i>				



## PANEL FOTOGRÁFICO

## PANEL FOTOGRÁFICO 1

Composición de la comunidad zooplanctónica de la Laguna Huachoccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Brachionus



Genero: Keratella



Género: Boeckella

## PANEL FOTOGRÁFICO 2

Composición de la comunidad fitoplanctónica de la Laguna Huachoccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Cymbella



Genero: Fragilaria



Genero: Pediastrum



Genero: Ankistrodesmus



Genero: Staurastrum

### PANEL FOTOGRÁFICO 3

Composición de la comunidad perífiton de la Laguna Huachoccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Diatomea



Genero: Synedra



Genero: Navicula

## PANEL FOTOGRÁFICO 4

Composición de la comunidad macroinvertebrada de la Laguna Huachoccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Género: Macrelmis



Genero: Dicotendipes



Género: Hyalella



Genero: Lumbriculidae

## PANEL FOTOGRÁFICO 5

Composición de la comunidad zooplanctónica de la Laguna Tinyaccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Daphnia



Genero: Brachionus



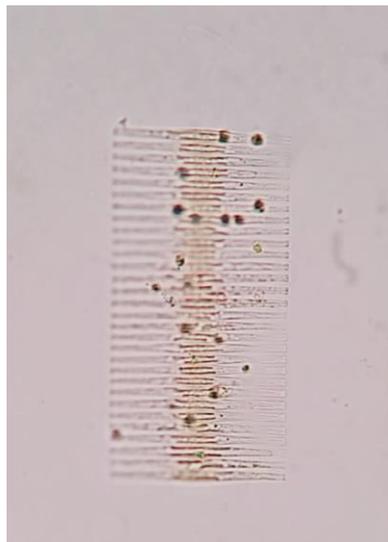
Genero: Keratella

## PANEL FOTOGRÁFICO 6

Composición de la comunidad fitoplanctónica de la Laguna Tinyaccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Cymbella



Genero: Frigilaria



Genero: Pediastrum



Genero: Ankistrodesmus



Genero: Eudorina



Genero: Staurastrum



Genero: Crucigenia

## PANEL FOTOGRÁFICO 7

Composición de la comunidad perífiton de la Laguna Tinyaccocha, distrito de Uchuraccay, provincia de Huanta, Ayacucho, mayo del 2023.



Genero: Diatomea



Genero: Synedra



Genero: Navicula