

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna  
Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación  
del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 -  
2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor:**

**Bach. Angela Sherley HUAMÁN CÓRDOVA**

**Asesor:**

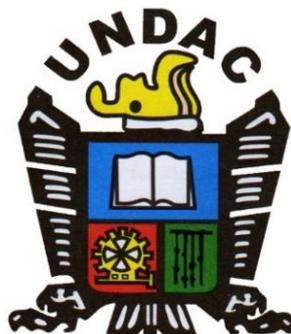
**Mg. Rosario Marcela VÁSQUEZ GARCÍA**

**Cerro de Pasco - Perú – 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**T E S I S**

**Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna  
Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de ampliación  
del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 -  
2022**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Romel Luis LOPEZ ALVARADO**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Lucio ROJAS VÍTOR**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Mayvi Deysi USCUCHAGUA CORNELIO**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la oportunidad de vivir, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además, de su infinita bondad y amor.

Con mucho cariño e inmensa gratitud a mi incomparable y admirable madre Jacklin Córdova Benito, por ser el pilar fundamental en el logro de mi noble profesión, además, con su aliento y paciencia supo inculcarme principios y valores de la vida, sobre todo por guiarme en el buen camino que me ha permitido ser una persona de bien.

A mi hijo Hanzel Yucel Mendoza Huamán quien es mi motivo de superación, el motor que me impulsa a ser una persona luchadora.

A mi querido esposo, Normán, por brindarme su comprensión, apoyo y cariño incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco infinitamente a Dios por protegerme en cada momento de mi vida, darme la fortaleza y sabiduría para afrontar los obstáculos durante el camino, por hacer que aprenda cada día de mis errores y superar las adversidades.

A la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión – Pasco, facultad de ingeniería por permitirme formarme profesionalmente, por los buenos docentes que nos han compartido sus conocimientos incondicionalmente y de quienes hemos aprendido a fortalecer nuestros valores y la oportunidad de alcanzar esta meta.

Agradezco a mi madre, por demostrarme el camino de la rectitud y su apoyo incondicional en cada momento de mi vida y por brindarme su amor y comprensión incondicional. Ánimos para seguir adelante y superar las adversidades.

A la Mg. Rosario Marcela Vásquez García, por su valiosa colaboración, quien con sus conocimientos y experiencias permitió que terminara este presente trabajo de investigación.

## RESUMEN

El servicio de agua potable en el distrito de Ninacaca es limitado, debido al aumento poblacional en los últimos años. La fuente de abastecimiento actual de agua para consumo cuenta con el caudal de 1.25 l/s; lo cual no abastece al 100% de la población del distrito de Ninacaca. La investigación es descriptiva, de carácter comparativo y muestra un enfoque cuantitativo que pertenece a la línea de investigación de calidad de agua y tratamiento, que tiene por objetivo determinar la calidad de agua de la laguna Lulicocha con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca.. En la investigación se analizó los parámetros microbiológico, parasitológico y fisicoquímico del efluente de la laguna, mediante el muestreo en dos temporadas diferentes pero en un mismo punto, utilizando los procedimientos del protocolo de toma de muestras; que permitió comparar con los LMP y la ECA.

Los resultados obtenidos demuestran que los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano como coliformes totales, bacterias heterotróficas organismos de vida libre y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos exceden a los LMP del DS N°031-2010-SA; y para la ECA del DS N°004-2017-MINAM de categoría 1 de “uso poblacional y recreacional” de la subcategoría A de tipo A1 “Agua que puede ser potabilizado con desinfección” exceden los parámetros de escherichia coli, organismos de vida libre y huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos; mientras que los parámetros fisicoquímicos se encuentra dentro de la normativa. Por ello se concluye que la calidad de agua de la laguna Lulicocha será apto siempre en cuando el elemento líquido sea potabilizado con desinfección y un tratamiento convencional.

**Palabras clave:** Calidad de agua para consumo humano, parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha, Ninacaca-Pasco.

## ABSTRACT

The drinking water service in the Ninacaca district is limited, due to the population increase in recent years. The current source of water supply for consumption has a flow of 1.25 l/s; which does not supply 100% of the population of the Ninacaca district. The research is descriptive, of a comparative nature and shows a quantitative approach that belongs to the line of research on water quality and treatment, which aims to determine the water quality of the Lulicocha lagoon with the purpose of expanding the drinking water system of the Ninacaca district..

In the investigation, the microbiological, parasitological and physicochemical parameters of the lagoon effluent were analyzed, by sampling in two different seasons but at the same point, using the established procedures of the sampling protocol; which allowed a systematization of the information and a comparison with the LMP and the ECA.

The results obtained show that the microbiological and parasitological parameters of water for human consumption such as total coliforms, heterotrophic bacteria, free-living organisms and helminth larvae, cysts and oocysts of pathogenic protozoa exceed the LMP of DS N°031-2010-SA; and for the ECA of DS N°004-2017-MINAM of category 1 of "population and recreational use" of subcategory A of type A1 "Water that can be made drinkable with disinfection" exceed the parameters of *Escherichia coli*, free-living organisms and eggs and larvae of helminths, cysts and oocysts of pathogenic protozoa; while the physicochemical parameters are within the regulations. For this reason, it is concluded that the water quality of the Lulicocha lagoon will always be suitable when the liquid element is made drinkable with disinfection and conventional treatment.

**Keywords:** Quality of water for human consumption, microbiological, parasitological and physicochemical parameters of the water of the Lulicocha lagoon, Ninacaca-Pasco.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación se lleva a cabo en la laguna Lulicocha ubicado en el caserío de Huay y Pumapchupan del distrito de Ninacaca, provincia y region Pasco, situada a una altitud de 4 291 m.s.n.m. de una extensión de 2 kilómetros de largo por 1 kilómetro de ancho, a una profundidad de 30 a 35 metros aproximadamente. El agua de la laguna Lulicocha es un potencial hídrico en futuro para el consumo de la población mediante un proyecto integral del sistema de agua potable, ya que, actualmente carece la población de líquido elemental de los 5 barrios (Colca, Carhuacayán, Recuay, Yanayacu y Chasquitambo) del distrito de Ninacaca; siendo una de las brechas que tiene el gobierno local.

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tenemos todos los seres humanos en el mundo, nuestro país no es la excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear; siendo el agua tratada un elemento que impulsa al desarrollo de una región, es decir aquella que no ocasiona enfermedades a las personas que la consumen, en beneficio de la salud pública, independientemente a fin de que sea destinado para consumo humano, uso doméstico o producción de alimentos, por ende, se opta desarrollar la evaluación de la calidad de agua mediante el análisis de los parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos en un laboratorio acreditado por INACAL, a través de muestras reportadas en dos temporadas diferentes de un mismo punto.

“El agua de calidad no óptima es un medio para contraer un sin fin de enfermedades como anemia, edas e iras especialmente en niños y adultos mayores, lo cual es un problema a nivel nacional en la salud pública. El Perú es un país mega diverso que cuenta

con tres regiones geográficas (costa, sierra y selva), uno de los países con mayor reserva de agua dulce a nivel mundial sin embargo con el crecimiento demográfico se tiene una carencia del servicio de agua potable, falta de sistemas de saneamiento básico ocasionan enfermedades infecciosas gastrointestinales.

En la investigación se determinó la calidad del agua mediante la evaluación de parámetros microbiológicos como: coliformes fecales, coliformes totales, bacterias heterotróficas, escherichia coli y organismos de vida libre; parasitológicos como: huevos y larvas de helmintos; fisicoquímico como: color, turbiedad, pH, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros sulfatos, dureza, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc, sodio, antimonio, arsénico, bario, boro cadmio, cianuro, cloro, cromo, flúor, mercurio, níquel, nitratos, nitritos, plomo, selenio, molibdeno y uranio en laboratorios ENVIROTEST Y EQUAS acreditados por INACAL y algunos parámetros fueron evaluados en campo con el Multiparámetro. Con los resultados obtenidos se determinó la calidad de agua para consumo humano de acuerdo a los LMP de DS N° 031-2010-SA Reglamento de calidad de agua para consumo humano y la ECA de DS N°004-2017-MINAM Estándares de calidad ambiental; la calidad del agua de la laguna Lulicocha actualmente no es apto para consumo humano de acuerdo a la evaluación de los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos y parasitológicos a excepción de parámetros fisicoquímicos, por ende, es necesario que el agua para consumo humano tiene que ser potabilizada con desinfección para eliminar agentes microbianos y tratamiento convencional por ser de fuente superficial.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2.	DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.3.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
	1.3.1. <i>Problema general</i> .....	4
	1.3.2. <i>Problemas específicos</i> .....	4
1.4.	FORMULACIÓN DE OBJETIVOS .....	5
	1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
	1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5
1.5.	JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
	1.5.1. <i>Justificación teórica</i> .....	5
	1.5.2. <i>Justificación Metodológica</i> .....	5
	1.5.3. <i>Justificación Ambiental</i> .....	6
	1.5.4. <i>Justificación Social</i> .....	6
1.6.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	6

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	7
	2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	7
	2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	8
	2.1.3. <i>Antecedentes locales</i> .....	10
2.2.	BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	12
	2.2.1. <i>EL Agua</i> .....	12
	2.2.2. <i>Propiedades del agua</i> .....	13
	2.2.3. <i>Tipos de Agua</i> .....	13

2.2.4.	<i>Red de Abastecimiento de Agua</i> .....	13
2.2.5.	<i>Calidad de Agua y su Importancia</i> .....	14
2.2.6.	<i>Composición y estructura</i> .....	15
2.2.7.	<i>Parámetros de evaluación de calidad de agua</i> .....	16
2.2.8.	<i>Marco Legal</i> .....	24
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	27
2.4.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS .....	29
2.4.1.	<i>Hipótesis general</i> .....	29
2.4.2.	<i>Hipótesis específicas</i> .....	29
2.5.	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	29
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES .....	29

### CAPÍTULO III

#### METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	31
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	31
3.3.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN.....	31
3.4.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	33
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	34
3.5.1.	<i>Población</i> .....	34
3.5.2.	<i>Muestra</i> .....	34
3.6.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	34
3.7.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	35
3.8.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	35
3.9.	ORIENTACION ÉTICA FILOSOFICA Y EPISTEMICA.....	35

### CAPÍTULO IV

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	37
4.1.1.	<i>Localización del Área de estudio</i> .....	37
4.1.2.	<i>Ubicación del área de muestreo y monitoreo del agua</i> .....	40
4.1.3.	<i>Recolección de dato</i> .....	48
4.2.	PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. 51	
4.2.1.	<i>Parámetros Microbiológicos</i> .....	51
4.2.2.	<i>Parámetro Parasitológico</i> .....	53

4.2.3. Parámetros Fisicoquímicos.....	54
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	64
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	76

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIA BIBLIOGRÁFIA

ANEXOS

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Estructura del agua .....	15
<b>Ilustración 2:</b> Localización del distrito de Ninacaca.....	38
<b>Ilustración 3:</b> Ubicación del área de estudio.....	40
<b>Ilustración 4:</b> fotografía de la laguna Lulicocha .....	40
<b>Ilustración 5:</b> Efluente de la laguna Lulicocha. ....	41
<b>Ilustración 6:</b> Materiales y equipos para el monitoreo y toma de muestra en campo...42	
<b>Ilustración 7:</b> Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua .....	42
<b>Ilustración 8:</b> Equipo de monitoreo de agua Multiparámetro.....	43
<b>Ilustración 9:</b> Toma de muestra de agua para parámetros microbiológicos del agua. ...44	
<b>Ilustración 10:</b> Toma de muestra de agua para parámetro parasitológicos del agua. ...45	
<b>Ilustración 11:</b> Toma de muestra de agua para parámetros Fisicoquímicos del agua. .45	
<b>Ilustración 12:</b> Adición de preservantes indicados por el laboratorio en los frascos necesarios. ....	45
<b>Ilustración 13:</b> Rotulado de muestras de agua del efluente de la laguna Lulicocha. ....46	
<b>Ilustración 14:</b> Envío de las muestras de agua en el cooler herméticamente cerrado...47	

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1:</b> Análisis de parámetros de coliformes fecales, totales y escherichia coli.....	51
<b>Gráfica 2:</b> Análisis de parámetro bacterias heterotróficas. ....	52
<b>Gráfica 3:</b> Análisis de parámetro de Organismos de vida libre. ....	52
<b>Gráfica 4:</b> Análisis de parámetro de huevos y larvas de helmintos. ....	53
<b>Gráfica 5:</b> Análisis de parámetro de color.....	54
<b>Gráfica 6:</b> Análisis de parámetros de turbiedad. ....	55
<b>Gráfica 7:</b> Análisis de agua en laboratorio y monitoreo in situ de parámetro de pH. ...55	
<b>Gráfica 8:</b> Análisis de agua en laboratorio y monitoreo in situ de parámetro de conductividad. ....	56
<b>Gráfica 9:</b> Análisis de parámetros de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total. 57	
<b>Gráfica 10:</b> Análisis de parámetros de cloruros, zinc y sodio.....	58
<b>Gráfica 11:</b> Análisis de parámetros de aluminio, cobre, hierro y manganeso.....	59
<b>Gráfica 12:</b> Análisis de parámetros de antimonio, arsénico y cadmio.....	60

<b>Gráfica 13:</b> Análisis de parámetros de bario, boro y cloro. ....	61
<b>Gráfica 14:</b> Análisis de parámetros de cianuro, cromo, mercurio y níquel.....	62
<b>Gráfica 15:</b> Análisis de parámetros de flúor, nitratos y nitritos. ....	63
<b>Gráfica 16:</b> Análisis de parámetros de plomo, selenio, molibdeno y uranio. ....	64
<b>Gráfica 17:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de coliformes fecales, totales y escherichia coli.....	65
<b>Gráfica 18:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de bacterias heterotróficas.....	66
<b>Gráfica 19:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de organismos de vida libre.....	66
<b>Gráfica 20:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de huevos y larvas de helmintos.....	67
<b>Gráfica 21:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de color. ....	68
<b>Gráfica 22:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de turbiedad. ....	68
<b>Gráfica 23:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de pH. ....	69
<b>Gráfica 24:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de conductividad.....	69
<b>Gráfica 25:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total. ....	70
<b>Gráfica 26:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de cloruros, zinc y sodio.....	71
<b>Gráfica 27:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de aluminio, cobre, hierro y manganeso. 71	
<b>Gráfica 28:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de antimonio, arsénico y cadmio.....	72
<b>Gráfica 29:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de bario, boro y cloro. ....	72
<b>Gráfica 30:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de cianuro, cromo, mercurio y níquel.	73
<b>Gráfica 31:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de flúor, nitratos y nitritos. ....	74
<b>Gráfica 32:</b> Evaluación de prueba de hipótesis de plomo, selenio, molibdeno y uranio. 74	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Definición operacional de variables e indicadores.....	30
<b>Tabla 2:</b> Registros de fecha de muestreo de agua para el análisis en el laboratorio. ....	48
<b>Tabla 3:</b> Registros de fecha de monitoreo de agua en campo. ....	48
<b>Tabla 4:</b> Resultados de análisis de las muestras de agua del laboratorio acreditado.....	49
<b>Tabla 5:</b> Resultados de monitoreo de parámetros de agua en campo.....	50
<b>Tabla 6:</b> Estadística descriptiva de parámetros de coliformes fecales, totales y escherichia coli.....	51
<b>Tabla 7:</b> Estadística descriptiva de parámetro de bacterias heterotróficas.....	52
<b>Tabla 8:</b> Estadística descriptiva de parámetros de Organismos de vida libre. ....	53
<b>Tabla 9:</b> Estadística descriptiva de parámetros de Huevos y larvas de helmintos. ....	53
<b>Tabla 10:</b> Estadística descriptiva de parámetro de color.....	54
<b>Tabla 11:</b> Estadística descriptiva de parámetros de turbiedad. ....	55
<b>Tabla 12:</b> Estadística descriptiva de parámetros de pH.....	56
<b>Tabla 13:</b> Estadística descriptiva de parámetros de conductividad.....	56
<b>Tabla 14:</b> Estadística descriptiva de parámetros de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total. ....	57
<b>Tabla 15:</b> Estadística descriptiva de parámetros de cloruros, zinc, y sodio.....	58
<b>Tabla 16:</b> Estadística descriptiva de parámetros de aluminio, cobre, hierro y manganeso.....	59

<b>Tabla 17:</b> Estadística descriptiva de parámetros de antimonio, arsénico y cadmio. ....	60
<b>Tabla 18:</b> Estadística descriptiva de parámetros de bario, boro y cloro.....	61
<b>Tabla 19:</b> Estadística descriptiva de parámetros de cianuro, cromo, mercurio y níquel. 62	
<b>Tabla 20:</b> Estadística descriptiva de parámetros de flúor, nitratos y nitritos. ....	63
<b>Tabla 21:</b> Estadística descriptiva de parámetros de plomo, selenio, molibdeno y uranio. 64	
<b>Tabla 22:</b> Evaluación de acuerdo al DS. N°031-2010-SA y DS. N°004-2017-MINAM con la media muestral de los parámetros. ....	75

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA**

Las fuentes de agua superficiales y subterráneas son los primordiales abastos de la población del área de influencia directa del distrito de Ninacaca, sin embargo, dentro de la jurisdicción no cuentan con fuentes de agua subterránea de caudal necesario para el abastecimiento eficiente de los servicios de agua potable a los habitantes de Ninacaca. Asimismo, en las temporadas de verano la disminución del caudal es mucho más crítico, afectando a la población usuaria en el desarrollo de sus actividades diarias.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), una persona necesita 100 litros de agua al día para satisfacer sus necesidades, tanto de consumo como de higiene (OMS, 2021).

El servicio de agua potable en el distrito de Ninacaca es limitado, debido al aumento poblacional en los últimos años, (población de la ciudad urbana de Ninacaca 2400 habitantes de acuerdo al censo de INEI 2017), por otro lado la

fuentes de abastecimiento actual de agua para consumo cuenta con el caudal de 1.25 l/s; lo cual no abastece al 100% de la población de los barrios; Colca, Carhuacayán, Yanayacu, Recuay, Chasquitambo del distrito de Ninacaca, por lo que se considera necesario realizar la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha con fines de ampliación; en la revisión de la bibliografía no se encontró ningún registro como antecedente de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, tal es la razón que me sometí a evaluar los parámetros de los análisis de laboratorio a nivel microbiológico, parasitológico y fisicoquímico para la ampliación del agua potable para los habitantes de Ninacaca con el único fin de que se brinde agua en calidad y cantidad.

La infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable del distrito de Ninacaca, tienen 18 años de antigüedad, fue construida en el año 2004 y se realizó el mantenimiento de la captación en el año 2010, a su vez en ese año se amplió una línea de conducción que se encuentra inoperativo porque no tiene empalme a la captación. Actualmente existen dos reservorios en la localidad de Ninacaca que abastecen a la población en dos sectores, cada uno con sistema de cloración con dosificación directa instalado en diciembre del 2017.

Reservorio 01 (Manante de Huachac), reservorio de concreto armado ubicado en la línea de conducción de la zona de Pirco de capacidad de 120 m<sup>3</sup>, el más antiguo, sin embargo, su estructura no presenta rajaduras ni hay evidencias de pérdidas de agua. Reservorio 02 (Manante de Huachac), reservorio ubicado a 10 metros de la línea de Conducción, siendo unida por un ramal, el reservorio de concreto armado de capacidad de 120 m<sup>3</sup>, presenta fisuras en su estructura, lo cual ocasiona pérdida de agua del reservorio.

Línea de aducción 01 ubicada desde el reservorio 01 hasta la red de distribución 01, siendo delimitadas los barrios de Carhuacayan, Colca y Recuay e incorporado al sistema integral el barrio Chasquitambo de la localidad de Ninacaca se encuentra en funcionamiento, y la línea de aducción 02 ubicada desde el reservorio 02 hasta la red de distribución 02, actualmente se encuentra en funcionamiento y su estado es muy malo se espera que cumple su vida útil para ser anulado.

Conexiones domiciliarias, en la ciudad de Ninacaca del total de (1151) lotes, de los cuales (1129) son de uso doméstico y (22) lotes de uso no doméstico, 863 lotes son viviendas que se encuentran sin conexión domiciliaria y 268 son viviendas las que se encuentran con conexión domiciliaria deteriorada y 22 lotes de uso comercial con conexiones de igual forma; y el sistema de desagüe desemboca a una PTAR con lagunas de oxidación, pero en las zonas más alejadas no cuentan con sistema para la deposición de sus excretas, haciéndolo a campo abierto.

El alcantarillado tiene déficit de cobertura y las personas que no están conectadas al servicio (en las zonas centrales y periféricas de la ciudad), utilizan letrinas para la disposición de excretas, se comprobó que aproximadamente 361 viviendas familiares de las 1129 existentes cuentan con servicio de alcantarillado y 22 lotes de uso comercial no tiene conexión, haciendo un total de 1151 lotes, de los cuales 790 no cuentan con servicio de alcantarillado, mientras que estos 361 lotes vienen siendo informales e instaladas de manera artesanal por lo que deberán ser cambiados.

## **1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Ninacaca, provincia y región Pasco, en el efluente de la laguna Lulicocha, con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano, con fines de ampliación del sistema de agua potable para los habitantes del distrito de Ninacaca.

En la investigación se evaluó los parámetros: microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímico del agua, en el efluente de la laguna Lulicocha en dos temporadas diferentes, considerando el mismo punto de muestreo.

## **1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco - 2021-2022?

### **1.3.2. Problemas específicos**

1. ¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA?
2. ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA?
3. ¿Cuál es la viabilidad del proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y qué tipo de tratamiento requiere de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha?

## **1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco -2021-2022.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA.
2. Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA.
3. Determinar la viabilidad del proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y el tipo de tratamiento de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. Justificación teórica**

Se tomó la muestra de agua de la laguna Lulicocha para la evaluación de los parámetros del estudio, siguiendo los procedimientos del método de toma de muestra del RD N°160 – 2015 – DIGESA.

### **1.5.2. Justificación Metodológica**

La metodología empleada para determinar la calidad microbiológica, parasitológica y fisicoquímica del agua, se ha ceñido al protocolo de toma de muestra y el análisis de laboratorio, que permitió obtener los resultados de los parámetros para la evaluación con los LMP del DS N°031-2010-SA.

### **1.5.3. Justificación Ambiental**

El Resultado de evaluación de análisis de los parámetros de la calidad del agua de la laguna Lulicocha, permiten tomar las medidas correspondientes para su tratamiento, garantizando el servicio de agua en calidad óptima para el consumo humano.

### **1.5.4. Justificación Social**

Con el resultado de análisis de calidad de agua, se evaluó la viabilidad de ampliación del sistema de agua potable para la población del distrito de Ninacaca, con miras a una mejor calidad de vida.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El factor económico me ha limitado para desarrollar el análisis completo de los parámetros de agua según el DS N° 031 – 2010 – SA, por lo que se consideró sólo los 37 parámetros más importantes.

La Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión no cuenta con laboratorio implementado de agua, por ello se recurrirá a un Laboratorio externo acreditado por INACAL.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

**Chán & Peña (2015)**. Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Icán, Guatemala; buscaron evaluar la calidad del agua para consumo humano de tres microcuencas del Sis Icán (Chitá, Ixconá-Sis y Sacobá), donde hay mayor presencia de actividades agropecuarias y las poblaciones urbanas y rurales. Se tomaron muestras en dos puntos de cada río, cabecera y desembocadura. Las variables medidas fueron:  $\text{NO}^3$ ,  $\text{NO}^2$ ,  $\text{SO}^4$ , Fe, Cl, Mn, dureza, coliformes totales y coliformes fecales; donde se usó como índice de contaminación el promedio de los cocientes entre el valor observado y su respectivo límite máximo permitido. En los tres ríos existen contaminantes significativos de químicos, pero no comprometen la calidad del agua para su consumo y coliformes totales y fecales que si son una amenaza.

**Álava, Marín & Gallo (2021)**. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la cuenca baja del río Lelía - Santo Domingo de los Tsáchilas –

Ecuador; buscaron analizar el agua de la cuenca baja del río Lelía en diversos puntos y temporadas de verano e invierno, con el objetivo de prevenir enfermedades que afecten al ser humano, animales y agricultura, donde se recogiendo un total de 12 muestras (6 verano y 6 invierno); con los datos obtenidos se realizó el cálculo del índice de calidad de agua ICA, para establecer los parámetros de calidad de los cuerpos de agua, obteniéndose como resultado que para los 2 periodos en verano (septiembre-noviembre) la calidad es buena, para los de invierno (febrero 2021) varía de mala a regular y (Abril 2021) la calidad es regular, es importante recalcar que se deben realizar medidas para adaptar las características de las aguas en las época de invierno y así la calidad se ajuste a la normativa vigente en el Ecuador.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

**Brousett; Chambi; Mollocondo; Aguilar & Lujano** (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú; verificaron la calidad de agua para consumo humano, en cuatro fuentes de abastecimiento (superficial y subterránea) de la población Chullunquiani, entre julio de 2014 a marzo de 2016. Los parámetros evaluados fueron: pH, conductividad, turbidez, dureza, sólidos disueltos, sulfatos, cloruros y coliformes totales; asimismo 23 metales recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Los resultados obtenidos fueron comparados con los valores estipulados por la OMS y la norma de Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud; donde los parámetros físico-químicos se encuentra dentro del rango aceptable, excepto el Aluminio para agua superficial que sobrepasa en 0,065mg/l y para las aguas subterráneas excedió el Boro con 0,025mg/l, asimismo se vio valores altos de coliformes totales llegando a 11

866,6 UFC/100ml ( $\pm 813,5$ ) como valor máximo en temporadas de lluvia, por ello concluyen que el agua que abastece a la población de Chullunquiani no cumple con las normativas microbiológicas, comprobando la necesidad de implementar un programa de monitoreo que asegure una vigilancia sistemática de las fuentes de abastecimiento y distribución.

**Guimares (2020).** Evaluación de la Calidad del agua para consumo humano en el Asentamiento Humano San Isidro, Callería – Ucayali – Perú; evaluaron la calidad del agua que consumen los habitantes de San Isidro, durante los meses de febrero a abril del 2021. Se recolectaron 10 muestras de agua provenientes de la salida de la infraestructura del reservorio y uno en vivienda intermedia y vivienda más alejada. Los resultados obtenidos mostraron que el valor del parámetro físico y microbiológicos no cumplen por encontrarse por encima de lo establecido y los valores de los parámetros químicos si cumplen. Se concluye que el agua que suministra la JASS San Isidro a la población no cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, por lo tanto, el agua No es Apta para el Consumo Humano.

**Díaz & Mamani (2021).** Evaluación de la calidad del agua superficial para el consumo humano en el centro poblado San Miguel de Viso – Huarochirí – Lima; evaluaron la calidad del agua superficial destinada a tratamiento para el consumo humano del centro poblado. Se tomaron 3 puntos del sistema de abastecimiento, 1 muestra por cada punto en las épocas de estiaje y avenida. Se analizaron 2 parámetros físicos in situ, 2 químicos y 1 microbiológico en la época de estiaje y 2 parámetros físicos in situ, 34 químicos y 1 microbiológico en la época de avenida. Donde los resultados de turbidez de las 3 muestras oscilan desde 0.51 a 4.54 NTU, la conductividad eléctrica es de 334 a 556 us/cm; la T° varía desde

11.5 a 13° C; por otro lado, el análisis químico del Arsénico en el punto de muestreo de la captación 2 fue 0,04397 mg/l y el punto de muestreo del reservorio es 0,02815 mg/l y los otros 32 metales totales sobrantes no sobrepasaron la normativa, mientras que el parámetro microbiológico oscila entre 0.7 NMP/100 a 17 NMP/100ml. Por ello, en época de avenida solo sobrepasa el Arsénico y el *Escherichia coli* al comparar con el ECA categoría 1-A1 y A2.

**Mendoza** (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región Ayacucho, Perú; evaluó la calidad del agua superficial ante la problemática frecuente de enfermedades estomacales, en supuesto causa de inadecuado tratamiento de aguas residual, desarrollado en los meses de junio y septiembre del 2017, a través de los parámetros fisicoquímicos de ocho estaciones de muestreo en el río Caracha, reservorio y en el efluente de la poza de tratamiento, puquial y laguna Uerpococcha para mediciones in situ y toma de muestras. Los resultados muestran que todos los parámetros estudiados no sobrepasan los límites establecidos a excepto de fosfatos (1,51 ppm) en el puquial, y el arsénico (0,13 ppm) en el río Caracha; en la cual se aplica el marco DPSIR que es un enfoque que integra las características ambientales y sociales que permite ubicar los valores fisicoquímicos hallados en el sistema hidrosocial de Sacsamarca.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

**Inocente** (2019). Caracterización fisicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental y la Organización Mundial de la Salud Cerro de Pasco – Perú; consideró la laguna de Punrun como una fuente de abastecimiento para la población futura de la ciudad de Cerro de

Pasco. El agua de laguna Punrun se clasifica en la categoría 1 y clase A2 o sea aguas que pueden ser tratadas convencionalmente con unidades de aireación, sedimentación y cloración; mediante los tratamientos indicados el agua de laguna Punrun es probable que pase según la clasificación a categoría 1 y clase A1 de los Estándares de Calidad Ambiental del D.S. N° 004-2017-MINAM. Los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados tanto en el laboratorio de la UNAS, así como en Diresa-Pasco determinan bajos valores de componentes minerales y microbiológicos de tal manera que se sugiere su potabilización.

**Quiquia** (2019). Evaluación de la calidad física y microbiológica del agua de la laguna Acucocha recurso hídrico potencial para consumo humano para la población de Cerro de Pasco- distritos de Huayllay y Simón Bolívar – provincia de Pasco; indicó que el agua de la laguna Acucocha están siendo proyectadas para el uso del servicio poblacional de la ciudad de Cerro de Pasco, en la actualidad estas aguas no se consideran potable por no cumplir con la calidad para consumo humano, la población de Cerro de Pasco desconoce la calidad de agua de la laguna Acucocha y el ente ejecutor por intermedio de gobierno regional indican implementar un filtro para el despoje de especies de invertebrados, a la fecha se desconoce la información con claridad, tal es la razón que da la iniciativa de realizar el monitoreo del agua según el **Protocolo Nacional de Monitoreo de Calidad de Agua** con fin de que la población se encuentre informado. Resultado de monitoreo y análisis de las muestras de agua pudimos tener información de los parámetros físicos, donde el parámetro pH no cumple con la normativa ambiental de las ECA para categoría 1 y para el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, lo cual suponemos será debido a la presencia de roca calcaría en la zona de estudio-Laguna Acucocha.

**Murga** (2020). Evaluación de metales pesados en ríos y truchas *Oncorhynchus mykiss* de la región Pasco – Perú; indicó que la región Pasco es una zona con múltiples ríos e industrias mineras, lo cual conlleva a un seguimiento para determinar la calidad del agua. Por ello, el objetivo de la investigación es determinar la presencia de metales pesados en los ríos San Juan, Huallaga, Tingo Palca y la laguna de Punrún; así como en las truchas *Oncorhynchus mykiss*, cultivadas en piscigranjas. Los resultados mostraron concentraciones por encima de los límites máximos permisibles de algunos metales en los ríos Tingo, San Juan y Huallaga, especialmente por la presencia de mineras en el trayecto de su recorrido, predominando el río San Juan como el más contaminado. La laguna Punrún no mostró contaminación por metales pesados y las truchas evaluadas en las piscigranjas tuvieron valores bajos de los límites establecidos, por lo que puede consumirse sin riesgos. La determinación proactiva de metales pesados posibilita la toma de decisiones que impactan en la realidad de la población.

## **2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS**

### **2.2.1. EL Agua**

El agua es esencial para la supervivencia de todos los seres vivos. El agua cubre el 71% de la superficie de la corteza terrestre; localizada principalmente en los océanos donde se concentra el 96.5% del agua total, los glaciares y casquetes polares poseen el 1.74%, los depósitos subterráneos (acuíferos), los permafrost y los glaciares continentales suponen el 1.72%, y el restante 0.04% se reparte en orden decreciente entre lagos, humedad del suelo, atmosfera, embalses, ríos y seres vivos (Ramirez Regalado, 2019).

### **2.2.2. Propiedades del agua**

El agua es el compuesto más importante de la Naturaleza cumple un papel crucial en los procesos físicos, químicos y biológicos; a su vez el agua en su estado natural es incoloro, insípido e inodora, es un buen conductor y disolvente, adquiere la forma del recipiente que lo contenga; el agua comienza a formar un color característico y olor debido a la materia orgánica y productos químicos (Ponce, 2021).

### **2.2.3. Tipos de Agua**

**Agua Bruta o Cruda:** Este tipo de agua se puede encontrar en reservas naturales donde no se han registrado alteraciones o tratamientos que puedan afectar su composición. El agua bruta ha sido analizada en diferentes ocasiones, lo que ha permitido definir su composición. Este tipo de agua es rica en ácido húmico, minerales, oxígeno y sal (Tipos de agua, 2020).

**Agua Dulce:** Se encuentra de forma natural en los ríos, lagos, humedales e incluso en los glaciares e icebergs. El agua dulce forma parte del hábitat de muchas especies acuáticas, de hecho, gran parte de ellos la necesitan para vivir (Tipos de agua, 2020).

**Agua Blanda:** El agua blanda es la que llega a la superficie gracias a la precipitación, por lo tanto, estamos en contacto con ella cada vez que llueve (Tipos de agua, 2020).

### **2.2.4. Red de Abastecimiento de Agua**

Es un sistema de obras de ingeniería, concatenadas que permiten llevar agua hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural relativamente. Un sistema de abastecimiento de agua está formado por los

componentes de captación, línea de conducción, planta de tratamiento, reservorio y/o almacenamiento y línea de distribución.

**Abastecimientos Superficiales:** La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagua doméstico, residuo de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros. Es escaso la utilización de las aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características fisicoquímicas y bacteriológicas de la fuente, es preciso definir el tratamiento que requiere en caso que no atienda a los requisitos de la calidad para consumo humano. Las aguas superficiales están constituidas por: Ríos, Lagos naturales, Embalses, Esguimientos, Arroyos (Rosendo, 2015).

#### **2.2.5. Calidad de Agua y su Importancia**

Calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. No es simplemente decir que: esta agua está buena, o esta agua está mala. Bacterias y microorganismos han invadido a los suministros del agua potable, causando serias enfermedades a los habitantes de un pueblo. Se han detectado contaminantes plaguicidas y otros químicos que han infiltrado en la tierra y han contaminado los mantos acuíferos; esguimientos contaminados de los caminos y estacionamientos han afectado la calidad del agua de los arroyos urbanos.

La calidad del agua ciertamente es un tema prioritario, en parte por el tremendo crecimiento poblacional, la expansión y el desarrollo urbano; las áreas rurales también contribuyen a incrementar los problemas de la calidad del agua. El uso de fertilizantes en la agricultura puede resultar en un exceso de nitrógeno y fósforo en el agua superficial y el agua subterránea. Estos excedentes químicos

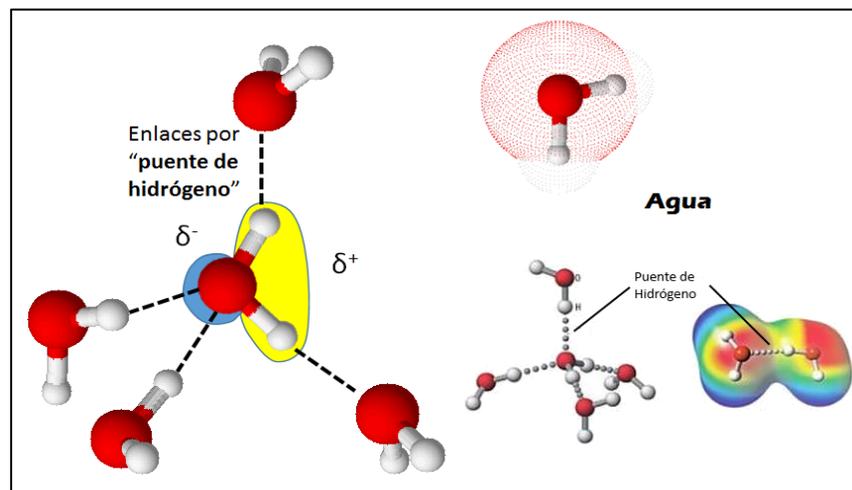
llamados nutrientes porque actúan como alimento para las plantas, pueden bajar la calidad del agua (Cordy, 2017).

Cada uso del agua (industrial, doméstica, agrícola) demanda de una calidad específica que siempre sea la misma, es decir que sea estándar y sin variaciones. Mientras, cada litro de agua residual contamina aproximadamente ocho litros de agua dulce. En cuanto al número de personas sin servicios adecuados de agua y saneamiento, podría llegar a 4 mil 500 millones en los próximos años y las poblaciones urbanas pobres serían las más vulnerables (La calidad del agua y su importancia, s.f.).

### 2.2.6. Composición y estructura

El agua es una molécula formada por átomos pequeños, dos de hidrógeno y uno de oxígeno, unidos por 66 enlaces covalentes muy fuertes que hacen que la molécula sea muy estable. Tiene una distribución irregular de la densidad electrónica, pues el oxígeno, uno de los elementos más electronegativos, atrae hacia sí los electrones de ambos enlaces covalentes, de manera que alrededor del átomo de oxígeno se concentra la mayor densidad electrónica (carga negativa) y cerca de los hidrógenos la menor (carga positiva) (Elkan, 2017).

Ilustración 1: Estructura del agua



## 2.2.7. Parámetros de evaluación de calidad de agua

### Parámetros Microbiológicos

**Coliformes Fecales:** Son especies de coliformes de origen fecal, se diferencian por fermentar lactosa con producción de ácido y gas a 44.5°C en 24 horas (luego de haber sido confirmadas como coliformes totales). Los coliformes fecales provienen de aguas enriquecidas como afluentes o de materias vegetales y suelos en descomposición (Cisneros Rosazza, 2017).

**Coliformes Totales:** Son todas las especies de coliformes, incluyendo los fecales. Su presencia indica contaminación, sin embargo, para identificar si la contaminación es de origen fecal se deben hacer otras pruebas más específicas. Esta diferenciación es importante pues de esta forma se logra detectar con certeza el tipo de contaminación que existe siendo o no de origen fecal (Cisneros, 2017).

**Bacterias Heterotróficas:** Las bacterias heterótrofas o organótrofas, son microorganismos que sintetizan sus propias biomoléculas a partir de compuestos orgánicos carbonados complejos, aunque pueden captar elementos inorgánicos diferentes al carbono. Algunas necesitan parasitar a organismos superiores para poder sobrevivir. Son seres unicelulares, con organización simple que se desarrollan en variados sustratos orgánicos, como suelos, agua, polvo entre otros (Cisneros, 2017).

**Escherichia Coli:** Bacteria perteneciente a la familia de las enterobacterias, que se encuentra en el intestino de seres homeotermos con 10<sup>8</sup> gramos por heces. Se caracteriza por tener flagelos periticos, tener motilidad y crece a 37 °C, siendo la principal bacteria indicadora de contaminación en aguas y alimentos (Cisneros, 2017).

**Organismos de Vida Libre:** Los microorganismos de vida libre son aquellos que tienen la capacidad de cumplir todo su ciclo de vida de forma totalmente independiente de la planta. Esto significa que no dependen directamente del metabolismo de esta para la obtención de nutrientes. En cambio, la planta sí se beneficia de los efectos del metabolismo de los microorganismos de vida libre, ya que obtiene determinados nutrientes gracias a ellos (Microorganismo de Vida Libre, s.f.).

### **Parámetro Parasitológico**

Son organismo que vive sobre un organismo huésped o en su interior y se alimenta a expensas del huésped, que pueden provocar enfermedades en los seres humanos, siendo los siguientes; Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (CDC, 2022).

### **Huevos y Larvas de Helmintos, Quistes y Ooquistes de Protozoarios**

**Patógenos:** Los helmintos son microorganismos pluricelulares complejos que tienen forma de Microorganismo de vida libre y simetría bilateral. Su tamaño es mucho mayor que el de los parásitos protozoarios y habitualmente son macroscópicos, con un tamaño que oscila de menos de 1 mm a 1 m o más. Los protozoos son organismos unicelulares eucarióticos con uno o más núcleos. Cada célula cumple con las funciones de metabolismo y reproducción necesarias para vivir. De tamaño variable (miden de 2 a 100  $\mu$ ), por su forma pueden ser esféricos, ovoides, mostrar simetría bilateral o ser polimorfos como las amebas. Se reproducen por fisión binaria y por fisión múltiple, aunque ocasionalmente lo hacen por conjugación. Los parásitos intracelulares utilizan como mecanismo de evasión la rápida internalización celular. Estos poseen un ciclo de vida con reproducción sexual y asexual, interviniendo un vector biológico invertebrado

(insecto hematófago) y un huésped vertebrado para la transmisión y multiplicación de estas parasitosis (Saredi G., 2006).

### **Parámetros Físicoquímicos**

Aspectos fisicoquímicos es la presencia de sustancias químicas disueltas e insolubles en el agua que pueden ser de origen natural o antropogénico define su composición física y química, donde las características físicas del agua, llamadas así porque pueden impresionar a los sentidos (vista, olfato, etc). El agua, como solvente universal, puede contener cualquier elemento de la tabla periódica. Sin embargo, pocos son los elementos significativos para el tratamiento del agua cruda con fines de consumo o los que tienen efectos en la salud del consumidor (Barrenechea Martel, s.f.).

**Color:** El color en el agua se da por la presencia de iones metálicos como el manganeso y hierro, además de materia orgánica y en algunos casos residuos industriales. Para las aguas de consumo humano, su presencia en exceso indicaría ineficiencia en el sistema de tratamiento de aguas (Cisneros, 2017).

**Turbiedad:** Indica el nivel de transparencia del líquido. Se usa un Turbidímetro y se mide en UNT (Unidades Nefelométricas de Turbidez). A mayor presencia de sólidos en suspensión, mayor será su turbidez. Estos sólidos pueden ser de origen mineral o vegetal. El agua de consumo humano no debe tener turbiedad, podría ocasionar problemas en el consumidor (Cisneros, 2017).

**pH:** El pH va a medir si la sustancia presenta acidez o alcalinidad. Sus mediciones van en una escala de 0 a 14, siendo 7.0 el valor neutro. El agua de consumo humano se encuentra en un pH de 6.5 a 8.5. Si el agua tiene un pH menor a 6.5 podría ser corrosiva y acida, pudiendo disolver iones metálicos y causando daños

en las tuberías de metal, además de estar relacionado con el sabor amargo del agua (Cisneros, 2017).

**Conductividad:** Conductividad es la propiedad de aquello que es conductor (es decir, que tiene la facultad de conducir). Se trata de una propiedad física que disponen aquellos objetos capaces de transmitir la electricidad o el calor. Esta propiedad natural está vinculada a la facilidad con la que los electrones pueden atravesarlos y resulta inversa a la resistividad (Perez Porto & Gardey, 2021).

**Sólidos Totales Disueltos:** Comprende las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (FIODMO, 2012).

**Cloruros:** En el agua potable, su presencia se debe al agregado de cloro en las estaciones de tratamiento como desinfectante. El cloruro, en forma de ion  $\text{Cl}^-$ , es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua, sin embargo, en altas concentraciones puede tener un sabor salado fácilmente detectable si el anión está asociado a los cationes sodio o potasio, pero el sabor no es apreciable si la sal disuelta es cloruro de calcio o magnesio, ya que en estos casos el sabor salado no se aprecia. A partir de ciertas concentraciones, los cloruros pueden ejercer una acción corrosiva y erosionante, en especial a pH bajo (Pradillo, 2016).

**Sulfatos:** Son un componente natural de las aguas superficiales y, en general, no se encuentran en concentraciones que afectan a su calidad, pueden provenir de la oxidación de los sulfuros existentes en el agua. Los sulfatos de calcio y magnesio contribuyen a la dureza del agua. Un alto contenido de sulfatos puede proporcionar sabor amargo al agua y podría tener un efecto laxante. Cuando el sulfato se encuentra en concentraciones excesivas le confiere propiedades corrosivas (Pradillo, 2016).

**Dureza:** La dureza del agua es por el contenido de calcio y, en menor medida, de magnesio disueltos. Suele expresarse como cantidad equivalente de carbonato cálcico. En función del pH y de la alcalinidad, una dureza del agua por encima de 200 mg/l aproximadamente provocaría la formación de incrustaciones. Las aguas blandas con una dureza menor que 100 mg/l aproximadamente tienen la capacidad de amortiguación baja y pueden ser más corrosivas para las tuberías. No obstante, el grado de dureza del agua puede afectar a su aceptabilidad por parte del consumidor en lo que se refiere al sabor y a la formación de incrustaciones (FIODMO, 2012).

**Hierro:** No produce trastornos en la salud en las proporciones que se encuentra en las aguas naturales. La presencia de hierro puede afectar el sabor del agua. También puede formar depósitos en las redes de distribución y causar obstrucciones, así como alteraciones en la turbidez y el color del agua (Cisneros, 2017).

**Manganeso:** El ion manganeso se comporta parecido al ion hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el  $MnO_2$  que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido. La forma manganeso que es más general por aireación se oxida y precipita con un color oscuro de  $MnO_2$  (FIODMO, 2012).

**Aluminio:** Es un componente natural del agua, porque forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsables de la turbidez del agua (Pradillo, 2016).

**Cobre:** En el agua potable puede existir debido a la corrosión de las grifas de las viviendas, también, por el sulfato de cobre que se aplica para controlar las algas

en plantas de potabilización. En concentraciones muy altas la presencia de cobre da un sabor muy desagradable al agua (Pradillo, 2016).

**Zinc:** El Zinc es un oligoelemento que se encuentra en prácticamente todos los alimentos y en el agua potable en forma de sales o complejos orgánicos. Aunque las concentraciones de zinc en aguas superficiales y subterráneas no suelen sobrepasar 0,01 y 0,05 mg/l, respectivamente (FIODMO, 2012).

**Sodio:** Las sales de sodio se encuentran en casi todos los alimentos y en el agua de consumo. Aunque las concentraciones de sodio en el agua potable normalmente son inferiores a 20 mg/l. Se debe señalar que algunos ablandadores del agua pueden incrementar notablemente el contenido de sodio del agua de consumo (FIODMO, 2012).

**Antimonio:** El antimonio se encuentra en cantidades traza en agua naturales (normalmente inferiores a 10µg/L) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas (FIODMO, 2012).

**Arsénico:** El arsénico es un elemento distribuido extensamente por toda la corteza terrestre. La principal fuente de arsénico del agua de consumo es la disolución de minerales y menas de origen natural. La vía de exposición más importante es la vía oral, por el consumo de alimentos y bebidas (FIODMO, 2012).

**Bario:** Es un oligoelemento presente en las rocas ígneas y sedimentarias, pero el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales. Aunque no se encuentra libre en la naturaleza, se presenta en una cantidad de compuesto. Su sal más común es el sulfato de bario (barita) y la menos común el carbonato

de bario. La solubilidad de los compuestos del bario se incrementa cuando los niveles de pH descienden” (FIODMO, 2012).

**Boro:** “El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido en aguas superficiales de efluentes de aguas residuales tratadas (FIODMO, 2012).

**Cadmio:** El cadmio es un metal que se utiliza en la industria del acero y en los plásticos. El cadmio se libera al medio ambiente en las aguas residuales, y los fertilizantes y la contaminación aérea local producen contaminación difusa” (FIODMO, 2012).

**Cianuro:** La forma más usual del cianuro es el ácido cianhídrico. Esta sustancia se caracteriza por su alta toxicidad, que puede resultar letal para el ser humano. El cianuro de hidrógeno surgió de manera natural en el marco del desarrollo de la vida en nuestro planeta (Perez Porto & Merino, 2018).

**Cloro:** Es un gas altamente reactivo. Es un elemento que se da de forma natural. Las plantas de tratamiento de agua y de aguas residuales utilizan cloro para reducir los niveles de microorganismos que pueden propagar enfermedades entre los humanos (FIODMO, 2012).

**Flúor:** Se trata de una sustancia tóxica y de gran reactividad, de olor intenso y color verdoso o amarillento. Perteneciente al conjunto de los halógenos, si se encuentra a temperatura ambiente el flúor es un gas. En su forma pura se trata de un elemento de alta peligrosidad para el ser humano, ya que produce quemaduras de gravedad si toca la piel (Perez Porto & Merino, 2019).

**Mercurio:** Se considera al mercurio un contaminante no deseable del agua, ya que es un metal pesado muy tóxico para el hombre. En el agua, se encuentra principalmente en forma inorgánica, que puede pasar a compuestos orgánicos por

acción de los microorganismos presentes en los sedimentos. De estos, puede trasladarse al plancton, a las algas y, sucesivamente, a los organismos de niveles tróficos superiores como peces, aves rapaces e incluso al hombre (Pradillo, 2016).

**Níquel:** Los alimentos naturalmente contienen pequeñas cantidades de níquel. plantas acumulan níquel y como resultado la toma de níquel de los vegetales será eminente. Finalmente, el níquel puede ser encontrado en detergentes. Los humanos pueden ser expuestos al níquel al respirar el aire, beber agua, comer comida o fumar cigarrillos (FIODMO, 2012).

**Nitratos:** Concentraciones altas de nitratos generalmente se encuentran en el agua en descargas de aguas residuales domésticas, el nitrógeno estará presente como nitrógeno orgánico amoniacal, el cual, en contacto con el oxígeno disuelto, se irá transformando por oxidación en nitritos y nitratos. Este proceso de nitrificación depende de la temperatura, del contenido de oxígeno disuelto y del pH del agua (Pradillo, 2016).

**Nitritos:** El ion nitrito es menos estable que el ion nitrato. Es muy reactivo y puede actuar como agente oxidante y reductor, generalmente, estos predominan en las aguas, tanto superficiales como subterráneas. Esta reacción de oxidación se puede efectuar en los sistemas biológicos y también por factores abióticos (Pradillo, 2016).

**Plomo:** Prácticamente no existe en las aguas naturales superficiales, pudiendo detectarse su presencia en algunas aguas subterráneas. Su presencia en aguas superficiales generalmente proviene es consecuencia de vertidos industriales. En instalaciones antiguas, la mayor fuente de plomo en el agua de bebida proviene de las tuberías de abastecimiento y de las uniones de plomo (Pradillo, 2016).

**Selenio:** El selenio está presente en la corteza terrestre. El selenio es un oligoelemento esencial, y su principal fuente para la población general son alimentos como los cereales, la carne y el pescado (FIODMO, 2012).

**Molibdeno:** El molibdeno se encuentra de forma natural en el suelo y se utiliza en la fabricación de aceros especiales y en la producción de tungsteno y de pigmentos; ciertos compuestos de molibdeno se utilizan como aditivos lubricantes y en la agricultura, para prevenir la carencia de molibdeno en los cultivos (FIODMO, 2012).

**Uranio:** Elemento que dispone del peso atómico más alto entre aquellos que pueden hallarse en la naturaleza. Su origen se halla en las supernovas (explosiones de estrellas). Es importante destacar que los usos del uranio son variados. Puede emplearse en el sector de la fotografía, como combustible para reactores nucleares, en la producción de bombas, en el desarrollo de blindajes y en la elaboración de vidrio (Perez Porto & Gardey, 2016).

#### **2.2.8. Marco Legal**

##### **Constitución Política del Perú (1993)**

**Artículo 2.-** Derechos fundamentales de la persona, toda persona tiene derecho; a la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida (Peruano, 1993).

##### **Ley general del ambiente - Ley N° 28611**

##### **Artículo 31.- Del Estándar de Calidad Ambiental**

31.1 El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de

cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2005).

### **Artículo 32.- Del Límite Máximo Permisible**

32.1 El Límite Máximo Permisible - LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos (MINAM, 2005).

### **Ley de Recursos Hídricos LEY N° 29338**

**Artículo 40.- Acceso de la población a las redes de agua potable** El Estado garantiza a todas las personas el derecho de acceso a los servicios de agua potable, en cantidad suficiente y en condiciones de seguridad y calidad para satisfacer necesidades personales y domésticas (El Peruano, 2009).

### **DS N°031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua para consumo humano**

En el 2010, con el objetivo de proteger y promover la salud y bienestar en la población, la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), elaboró el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - Decreto Supremo N° 031-2010-SA (Serperuano, 2012).

**Artículo 9.-** Ministerio de Salud, la Autoridad de Salud a nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); y a nivel regional son las

Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda (MINSAs, 2010).

### **Artículo 19.- control de calidad**

El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza su cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifican fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee (MINSAs 2010).

**DS N°004-2017-MINAM Aprueba Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**  
para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

### **Categoría 1: Poblacional y recreacional**

**Subcategoría A:** Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable  
Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano.

- **A1.** Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente (MINAM, 2017).

- **A2.** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación,

sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente (MINAM, 2017).

- **A3.** Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como pre cloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente (MINAM, 2017).

### **RD N°160-2015-DIGESA Protocolo de Procedimientos para la toma de muestras, Preservación, Conservación, Transporte Almacenamiento y Recepción de agua para Consumo Humano**

La vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, comprende la ejecución de actividades como caracterización de las fuentes de abastecimiento, inspecciones del sistema de abastecimiento del agua para consumo humano, muestreo y análisis de los parámetros establecidos en el Decreto Supremo 031 – 2010 – SA, que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, (MINSa, 2015).

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

- 1. Agua de consumo humano:** Agua de calidad en condiciones óptimas para consumo humano, uso doméstico habitual e higiene personal.
- 2. Consumidor:** Es el usuario que consume el líquido elemental proveído por los suministradores.
- 3. Agua tratada:** Agua sometida a un proceso físico, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto sin riesgo para el consumo humano.

- 4. Análisis microbiológico del agua:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismo (MINSAs, 2015).
- 5. Análisis físico y químico del agua:** Procedimientos en el laboratorio que se realizan a una muestra de agua para calificar sus características físicas, químicas o ambas (MINSAs, 2015).
- 6. Parámetros:** Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición (MINSAs, 2010).
- 7. Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua (MINSAs, 2015).
- 8. Muestra de agua:** Volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento de laboratorio en puntos (MINSAs, 2015).
- 9. Metal Pesado:** Grupo de elementos químicos que presentan una densidad relativamente alta y cierta toxicidad para los seres humanos. Ejemplos de metales pesados son el cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn), mercurio (Hg) (MINSAs, 2015).
- 10. Monitoreo:** Seguimiento y verificación de parámetros físicos, químicos, microbiológicos u otros señalados en el presente Reglamento, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua (MINSAs, 2015).
- 11. Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano:** Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua (MINSAs, 2015).

## **2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis general**

La calidad de agua de la laguna Lulicocha es apto para consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco - 2021-2022.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

1. La concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.
2. La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.
3. Es viable el proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y requiere un tratamiento convencional de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha.

## **2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **Variable independiente:**

- Calidad de agua para consumo humano.

### **Variables dependientes:**

- Ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca.

## **2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES**

**Tabla 1: Definición operacional de variables e indicadores**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	DIMENSIONES
Dependiente:				
Ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca.	Es la viabilidad del proyecto	Mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua	Límites Máximos Permisibles para el agua según el D.S N° 031-2010-SA	Concentración de los parámetros de la calidad de agua para ampliación del sistema potable.
Independiente:				
Calidad de agua para consumo humano.	Resultados de los análisis microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos.	Evaluación de parámetros de agua de la laguna Lulicocha	<b>Parámetros microbiológicos</b>	
			Coliformes fecales	NMP/100 ml
			Coliformes totales	NMP/100 ml
			Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C
			Escherichia coli	UFC/mL a 45°C
			Organismos de vida libre	N° org/l
			<b>Parámetros Parasitológicos</b>	
			Huevos de larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/l
			<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	
			Color	UCV escala
			turbiedad	Pt/Co
			pH	UNT
			conductividad	Valor de pH
			solidos totales	µmho/cm
			disueltos	mg/l
			cloruros	mg/l
			sulfatos	mg/l
			dureza total	mg/l
			hierro	mg/l
			manganeso	mg/l
			aluminio	mg/l
			Cobre	mg/l
			zinc	mg/l
			sodio	mg/l
			Antimonio	mg/l
			Arsénico	mg/l
			Bario	mg/l
			Boro	mg/l
			Cadmio	mg/l
			Cianuro	mg/l
			Cloro	mg/l
			Cromo	mg/l
			flúor	mg/l
			mercurio	mg/l
			níquel	mg/l
			nitratos	mg/l
			nitritos	mg/l
			plomo	mg/l
			selenio	mg/l
			molibdeno	mg/l
			uranio	mg/l

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es descriptivo porque, se toma las muestras de agua del efluente de la laguna Lulicocha y se evalúa los parámetros de agua obtenidos como resultado de análisis de laboratorio acreditado por INACAL con los LMP de DS N°031- 2010-SA.

#### **3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es correlacional ya que se busca determinar la relación que existe entre los parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos, y la calidad del agua de la laguna Lulicocha para consumo humano en el distrito Ninacaca.

#### **3.3. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN**

El método de la investigación es comparativo de carácter cuantitativo, porque se compara los resultados de la calidad del agua de la laguna Lulicocha con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N° 031-2010-SA y los Estándares de calidad ambiental (ECA) del DS N° 004-2017- MINAM.

Para la investigación, se tomó la muestra de agua del efluente de la laguna Lulicocha en un mismo punto en dos temporadas diferentes, una muestra por cada temporada de año.

### **Muestreo de agua**

El muestreo de agua es una actividad dirigida a la recolección de una pequeña porción del total de la masa, de manera que represente lo más fidedignamente posible la calidad de la misma, en el lugar y en el momento de obtención de la muestra. La toma de muestras no sólo involucra el proceso de la obtención física de la muestra, sino también la caracterización del ambiente (MINSA, 2015).

### **Procedimiento de muestreo**

- a) **Ubicación del punto de muestreo:** La ubicación del punto de recolección de la muestra y monitoreo de agua.
- b) **Toma de muestras:** La toma de muestra es realizada por personal capacitado y mi persona, a fin de asegurar que las muestras sean representativas. Para la recolección de muestra de agua, se debe sostener el frasco por la parte inferior y sumergirlo hasta una profundidad de 20 centímetros, con la boca ligeramente hacia arriba. Si se trata de una corriente colocar la boca del frasco en sentido contrario a la corriente de agua. Considerar un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización de la muestra, seguir procedimiento a continuación.

### **1. Monitoreo de agua para análisis de los parámetros fisicoquímico**

- El muestro para análisis de parámetro de campo como pH, conductividad, se realiza in situ, con equipos portátiles y calibrados
- El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
- Enjuagar el frasco con el agua a ser recolectada tres veces con la finalidad

de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.

- Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra cerrar herméticamente.

## **2. Monitoreo de agua para análisis de los parámetros bacteriológicos**

- El recipiente de muestreo (vidrio) no debe llenarse completamente, el espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra por el Laboratorio.
- Tener la precaución de ajustar fuertemente la tapa del frasco.
- Si las muestras contienen cloro, debe agregarse 0,1 ml., solución de tiosulfato de sodio al 10%, antes de la esterilización, para eliminar la acción bactericida del cloro.

## **3. Monitoreo de agua para análisis de metales**

- El frasco; debe ser de plástico (polipropileno) de 1 litro de capacidad, de primer uso, con tapa rosca de boca ancha.
- Enjuagar los frascos con el agua a ser recolectada de dos a tres veces con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade preservante adecuado y cerrar herméticamente. (MINSa 2015)

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es sin intervención, porque sólo se tomó las muestras de agua, y con los resultados obtenidos del laboratorio se comparó con el DS N°031-2010-SA y el DS N°004-2017- MINAM con el fin de determinar si

la calidad de agua de la laguna Lulicocha se encuentra dentro de la normativa o requiere un tratamiento para ser agua de consumo humano.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.5.1. Población**

La población de estudio es el área total de la laguna Lulicocha.

#### **3.5.2. Muestra**

En la presente investigación, la muestra se toma en el efluente de la laguna Lulicocha en dos temporadas diferentes (setiembre y junio), considerando el mismo punto de muestreo.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para la recolección de los datos se utilizó las siguientes técnicas e instrumentos:

#### **Técnicas**

- **Monitoreo de Agua:** El monitoreo se realizó in situ: parámetros de pH y conductividad.
  
- **Toma de muestra de agua:** “Según el RD 160-2015-DIGESA, Protocolo para la toma de muestras, Preservación, Conservación, Transporte Almacenamiento y Recepción de agua para Consumo Humano”.

#### **Instrumentos**

- **Cámara Fotográfica**
- **Cadena de custodia:** Fichas de registros de información de campo de los parámetros tomados y el punto de ubicación de la toma de muestra.
- **Equipos de monitoreo:** Multiparámetro y GPS

### **3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTOS Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **Procesamiento de los datos**

Para llevar a cabo el procesamiento de datos, se ordenó y codificó los datos de manera digital y para ello se utilizó el método estadístico descriptivo, tablas de frecuencias, gráficos y otros, el cual nos permitió visualizar de manera óptima los resultados.

#### **Análisis e interpretación de los datos**

Para el análisis e interpretación de los datos se procesó a través de un software especializado en la computadora, utilizando el SPSS y los paquetes estadísticos MS Excel, Estos análisis estadísticos comprueban la hipótesis.

### **3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO**

Los resultados obtenidos de los parámetros microbiológicos, bacteriológicos y fisicoquímico en el laboratorio, fueron tabulados en forma ordenada, utilizamos una computadora a través de hoja de cálculo de software SPSS y Excel y así mismo se consignó la concentración de parámetros con los valores de Límites máximos permisibles (LMP) y los Estándares de calidad ambiental (ECA). Se contrastó los valores de resultados de muestreo con los normados y se determinó la calidad del agua para consumo humano.

### **3.9. ORIENTACION ÉTICA FILOSOFDICA Y EPISTEMICA**

En la investigación, se respetó la autoría y las citas bibliográficas de aquellos que han abordado la temática de la calidad de agua para consumo humano. Los resultados de los análisis de los parámetros microbiológico, parasitológicos y fisicoquímico de agua de laguna Lulicocha cumplen con los requisitos mínimos exigidos de acuerdo al LMP del DSN°031-2010-SA,

Reglamentos de la Calidad de Agua para Consumo Humano y son declaraciones auténticas del investigador.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO

##### 4.1.1. Localización del Área de estudio

El presente estudio de la investigación se desarrolló en el distrito de Ninacaca, provincia y región Pasco; el distrito de Ninacaca es uno de los trece distritos que conforma la provincia de Pasco, situada en la parte sur occidental de la región Pasco, con código de ubigeo 190105, cuenta con un territorio de 508,92 kilómetros cuadrados y se ubica entre los 76° 6' 45.7" de longitud Oeste y 10° 51' 20" de latitud Sur, comprendido a una altitud de 4160 msnm.

##### Localización con coordenadas UTM (WGS84)-Ninacaca

Distrito	Provincia y Región	Coordenadas UTM		Altitud
		Este	Norte	
Ninacaca	Pasco	8799868.00	378195.00	msnm
				4160

##### Limites

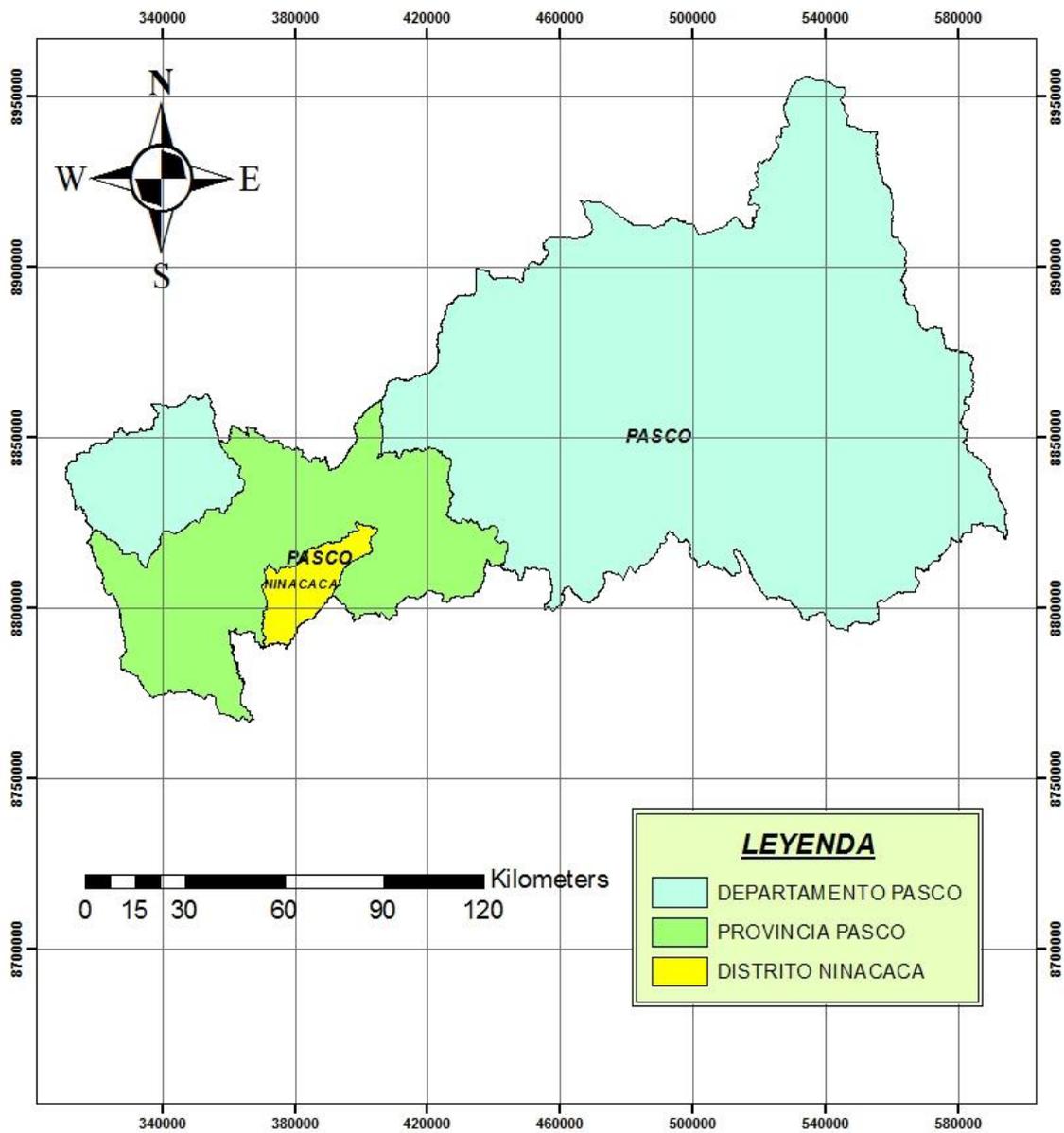
**Por el Norte:** Con los distritos de Yanacancha, Ticlacayán y Huachón.

**Por el Noroeste:** Con el lago Chinchaycocha y el Departamento de Junín.

**Por el Oeste:** Con el distrito de Paucartambo y el Departamento Junín.

Por el Este: Con los distritos de Tinyahuarco y Vicco.

*Ilustración 2: Localización del distrito de Ninacaca.*



### Área de desarrollo de la investigación

El estudio se desarrolló en el efluente de la laguna Lulicocha ubicada en el distrito de Ninacaca en la comunidad campesina de “San Pedro de Ninacaca”. La laguna se encuentra comprendida entre los caseríos Huay (las tres terceras partes de la laguna) y Pumapchupan (una tercera parte de la laguna).

### Área de desarrollo de la investigación en coordenadas UTM, (WGS84)

Lugar	Distrito	Coordenadas UTM		Altitud
Laguna Lulicocha	Ninacaca	Este	Norte	msnm
		037977	8808814	4291

#### **Laguna Lulicocha**

La laguna Lulicocha es de 91.17 ha, tiene una extensión de 2 Kilómetros de largo por 1 kilómetro de ancho, de 30 a 35 metros de profundidad aproximadamente, el agua de la laguna es de color verde oscuro, de forma ovoide y abundante vegetación y rocas sedimentarias del grupo pucará (calizas) del triásico superior y jurásico inferior y las aguas son afluente de lago de Junín (Chinchaycocha).

#### **Acceso a la zona de estudio**

- Terrestre: Cerro de Pasco - Ninacaca (41 km); utilizando carretera asfaltada, desde la ciudad de Cerro de Pasco, Colquijirca, Villa Pasco, Shelby hasta el Distrito de Ninacaca en un tiempo de aproximada de 1 hora.
- Terrestre: Ninacaca - Laguna Lulicocha (13.5 km); utilizando carretera afirmada en un tiempo aproximado de 20 minutos.

#### **Recursos Naturales**

**Flora:** El jurao, onganish, algas verdes, cushuro que se encuentran por la orilla de la laguna

**Fauna:** Huachua, gaviota, toclon (pato rana), zambullidor (chullus), (ayno gallareta), aguash, garza blanca, garza huaco, yanavico, pato real, pato puna (pico azul), suchu pato, gallinazo andino, martín pescador, huashua ganzo, gogan, huagyas y en temporadas de invierno llegan otras aves migratorias; y Presencia de pozas flotantes criaderos de truchas.

***Ilustración 3: Ubicación del área de estudio***



***Ilustración 4: fotografía de la laguna Lulicocha***



#### **4.1.2. Ubicación del área de muestreo y monitoreo del agua**

La toma de muestra y monitoreo se realizó en el efluente de la laguna de Lulicocha perteneciente al caserío Pumapchupan.

Lugar	Punto de muestreo	Coordenadas UTM		Altitud
		Este	Norte	
Caserío de Pumapchupan	Efluente de la laguna de Lulicocha	379767	8808833	msnm
				4276

*Ilustración 5: Efluente de la laguna Lulicocha.*



### **Materiales y equipos de monitoreo**

#### **De protección personal**

- a. Botas.
- b. Guardapolvo
- c. Mascarilla.
- d. Guantes de látex.
- e. Gorra cubre cabello

#### **Para la colecta de muestras**

- f. GPS.
- g. Cadena de custodia.
- h. Tablero de campo.
- i. Lápices y marcadores de tinta indeleble.
- j. Etiquetas resistentes al agua.
- k. Frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético de primer uso de 1L, 500 ml y 250 ml.
- l. Frasco de vidrio color ámbar esterilizado de primer uso (250 ml).

- m. Cooler para conservar las muestras
- n. Multiparámetro
- o. Cámara fotográfica

***Ilustración 6: Materiales y equipos para el monitoreo y toma de muestra en campo.***



#### **Monitoreo de parámetros de agua en campo**

Se utilizó el Multiparámetro para medir el parámetro de conductividad y pH, siendo el pH uno de los parámetros de medición in situ.

***Ilustración 7: Monitoreo de los parámetros fisicoquímicos del agua.***



*Ilustración 8: Equipo de monitoreo de agua Multiparámetro.*



### **Toma de muestras de agua**

La toma de muestra se realizó de acuerdo al RD N° 160-2015-DIGESA “Protocolo de Procedimientos para la toma de muestras, Preservación, Conservación, Transporte Almacenamiento y recepción de agua para Consumo Humano”; tomando en consideración que generalmente se realiza una limpieza al contorno del punto de muestreo.

### **Parámetros Microbiológicos**

- a. Se utilizó un frasco esterilizado de vidrio con tapa rosca de 250 ml para: CT, CTT, E. coli y Bact. Heterotróficas y un frasco PCV de 1 L para: Organismos de Vida Libre (OVL). No se añadió preservante.
- b. Posteriormente fueron llenados en el cooler, protegida de la luz solar y conservadas a 4 °C. Teniendo un máximo de 24 horas para ser analizados.

### **Parámetro parasitológico**

- a. Se utilizó un frasco PVC de 1 litro con contratapa para muestra de Huevos helmintos. No se añadió preservante

- b. Posteriormente fue llenado en el cooler protegida de la luz solar y conservadas.

**Parámetros fisicoquímicos**

- a. Se utilizaron frascos de plástico (PVC) con contratapa de 1 litro, 500 ml
- b. Los frascos donde se añadió preservante fueron para los parámetros: Dureza total y Metales Totales el preservante ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y para CN Total el preservante hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ).
- c. A los frascos para los parámetros restantes como: color verdadero, FQ / STD no se añadió presentante.
- d. Posteriormente fueron llenados en el cooler y conservadas a 4 °C.

***Ilustración 9:** Toma de muestra de agua para parámetros microbiológicos del agua.*



***Ilustración 10: Toma de muestra de agua para parámetro parasitológicos del agua.***



***Ilustración 11: Toma de muestra de agua para parámetros Fisicoquímicos del agua.***



***Ilustración 12: Adición de preservantes indicados por el laboratorio en los frascos necesarios.***





### **Rotulado de las muestras de agua**

Los frascos fueron identificados antes de la toma de la muestra con una etiqueta, escrita con letras claras y legibles, sin borrones ni enmendaduras, conteniendo los siguientes datos con precisión: cliente, responsable del muestro, estación o punto de muestreo, descripción de la estación, muestreo de análisis, tipo de análisis (simple o compuesto), fecha, hora y preservante (si o no).

***Ilustración 13:** Rotulado de las muestras de agua del efluente de la laguna Lulicocha.*





### **Rellenado de la cadena de custodia de toma de muestra de agua**

La cadena de custodia es un registro de toma de muestra de los parámetros de agua donde se rellenan datos como: datos generales, código de campo, fecha y hora de toma de muestra, tipo de muestreo, marcado de los parámetros solicitados para su análisis en el laboratorio y selección del tipo de agua.

### **Transporte de muestras de agua**

El traslado de las muestras de agua fue derivado inmediatamente desde el distrito de Ninacaca a Cerro de Pasco y luego a la ciudad de Lima al laboratorio ENVIROTEST y EQUAS (Enviromental Quality Analytical Services S.A.). para su análisis correspondiente.

*Ilustración 14: Envío de las muestras de agua en el cooler herméticamente cerrado.*





#### 4.1.3. Recolección de datos

*Tabla 2: Registros de fecha de muestreo de agua para el análisis en el laboratorio.*

Punto de muestreo o código	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Cantidad (litro)	Análisis Microbiológico	Cantidad (litro)	Análisis Parasitológico	Análisis Físicoquímico
Efluente de la laguna	15/09/2021	04:40 p.m.	250 ml	Si	1 litro	Si	Si
					500 ml		
ELL-001	17/06/2022	12:30 p.m.	250 ml	Si	1 litro	Si	Si
					500 ml		
					250 ml		

*Tabla 3: Registros de fecha de monitoreo de agua en campo.*

Lugar	Fecha de monitoreo de campo	punto de monitoreo	Hora de monitoreo	pH	Conductividad (Umho/cm)
Laguna de Lulicocha	15/09/2021	Efluente de la laguna	04:40 p.m.	Si	Si
	17/06/2022		12:30 p.m.	Si	Si

**Tabla 4:** Resultados de análisis de las muestras de agua del laboratorio acreditado

Resultado de análisis de la calidad de agua							
Fecha de muestreo					15/09/2021	17/06/2022	
Hora de muestreo					04:40 p.m.	12:30 p.m.	
Punto de Muestreo	Código de campo	Fuente	Parámetros	Unidad	Muestreo 1	Muestreo 2	
Efluente	ELL - 001	Superficial	MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	NMP/ 100ml	<1.0	<1.1
				Coliformes Totales	NMP/ 100ml	**	2.2
				Bacterias Heterotróficas	UFC/ mL	**	20
				Escherichia Coli	NMP/ 100ml	<1.0	<1.1
				Organismos de vida libre	Organismos/L	<1	136 - <1
Efluente	ELL - 001	Superficial	PARASITOLÓGICO	Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Huevo/L	<1	<1
Efluente	ELL - 001	Superficial	FISICOQUÍMICOS	Color	UC	<5.0	10
				Turbiedad	UNT	0.65	0.54
				pH	Unidad de pH	8.74	8.60
				Conductividad	µmho /cm	332.0	302.40
				Sólidos totales disueltos	mg/l	184	146
				Cloruros	mg/l	**	1
				Sulfatos	mg/l	185.6	15
				Dureza total	mg/l	210.3	179
				Hierro	mg/l	0.0514	0.014
				Manganeso	mg/l	0.0055	<0.005
				Aluminio	mg/l	<0.0084	<0.148
				Cobre	mg/l	<0.0012	<0.006
Zinc	mg/l	<0.0012	<0.006				

			Sodio	mg/l	2.408	0.993
			Antimonio	mg/l	<0.0050	<0.0005
			Arsénico	mg/l	<0.004	0.001
			Bario	mg/l	0.0112	<0.19
			Boro	mg/l	<0.0022	<0.02
			Cadmio	mg/l	<0.00020	<0.003
			Cianuro	mg/l	<0.004	<0.005
			Cloro	mg/l	**	<0.10
			Cromo	mg/l	<0.0040	<0.010
			Flúor	mg/l	**	0.392
			Mercurio	mg/l	<0.00010	<0.0002
			Níquel	mg/l	<0.0027	<0.011
			Nitratos	mg/l	0.750	0.458
			Nitritos	mg/l	0.064	<0.003
			Plomo	mg/l	<0.0010	<0.010
			Selenio	mg/l	<0.004	<0.001
			Molibdeno	mg/l	<0.0023	<0.051
			Uranio	mg/l	**	<0.001

\*\* No se realizó el análisis del parámetro en el laboratorio

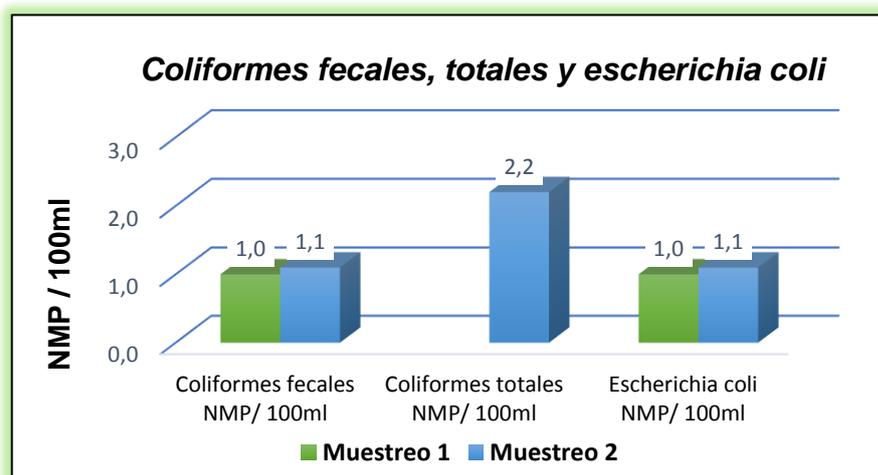
*Tabla 5: Resultados de monitoreo de parámetros de agua en campo.*

<b>Parámetros de monitoreo de agua en campo</b>						
<b>Punto de monitoreo</b>	<b>fecha de monitoreo</b>	<b>hora de monitoreo</b>	<b>código de campo</b>	<b>parámetros de monitoreo en campo</b>		
				<b>conductividad (umho/cm)</b>	<b>pH</b>	<b>Equipo de monitoreo de campo</b>
Efluente de la laguna	15/09/2021	04:40 p.m.	ELL-001	320	7.70	Multiparámetro (HANNA)
	17/06/2022	12:30 p.m.		336	7.65	Multiparámetro (HANNA)

## 4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

### 4.2.1. Parámetros Microbiológicos

*Gráfica 1: Análisis de parámetros de coliformes fecales, totales y escherichia coli.*



*Fuente:Elaboración propia*

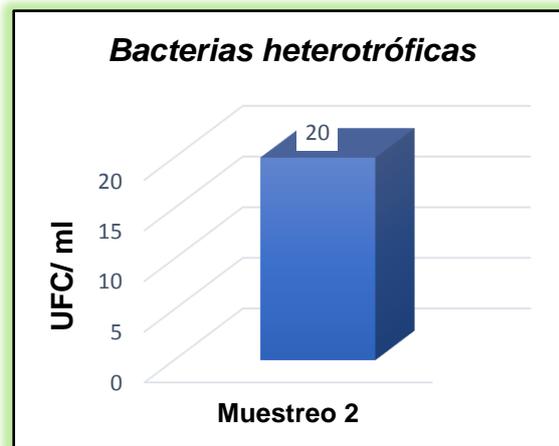
*Tabla 6: Estadística descriptiva de parámetros de coliformes fecales, totales y escherichia coli.*

Parámetros Microbiológicos	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	2	1,0500	,07071	,05000	1,00	1,10
Coliformes Totales (NMP/100ml)	1	2,2000	.	.	2,20	2,20
Escherichia Coli (NMP/100ml)	2	1,0500	,07071	,05000	1,00	1,10
Total	5	1,2800	,51672	,23108	1,00	2,20

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** La gráfica N° 01 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de coliformes fecales, totales y escherichia coli en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y fue procesada a través del software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 2:** Análisis de parámetro bacterias heterotróficas.



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 7:** Estadística descriptiva de parámetro de bacterias heterotróficas.

Parámetro Microbiológico	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Bacterias heterotróficas (UFC/cm)	1	20,0000	.	.	20,00	20,00
Total	1	20,0000	.	.	20,00	20,00

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 02 presenta el resultado de la muestra de agua del análisis de bacterias heterotróficas en el laboratorio, donde la muestra es tomada en el efluente de la laguna, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la evaluación de prueba de hipótesis.

**Gráfica 3:** Análisis de parámetro de Organismos de vida libre.



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 8:** Estadística descriptiva de parámetros de Organismos de vida libre.

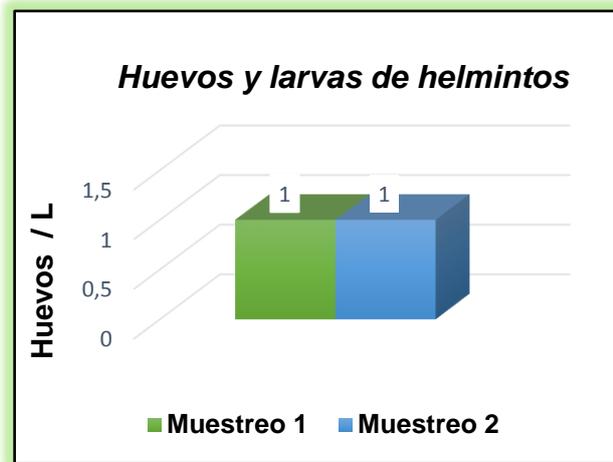
Parámetro Microbiológico	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Organismos de vida libre (Org./L)	2	1,0000	,00000	,00000	1,00	1,00
Total	2	1,0000	,00000	,00000	1,00	1,00

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 03 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de organismos de vida libre en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la evaluación de prueba de hipótesis.

#### 4.2.2. Parámetro Parasitológico

**Gráfica 4:** Análisis de parámetro de huevos y larvas de helmintos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 9:** Estadística descriptiva de parámetros de Huevos y larvas de helmintos.

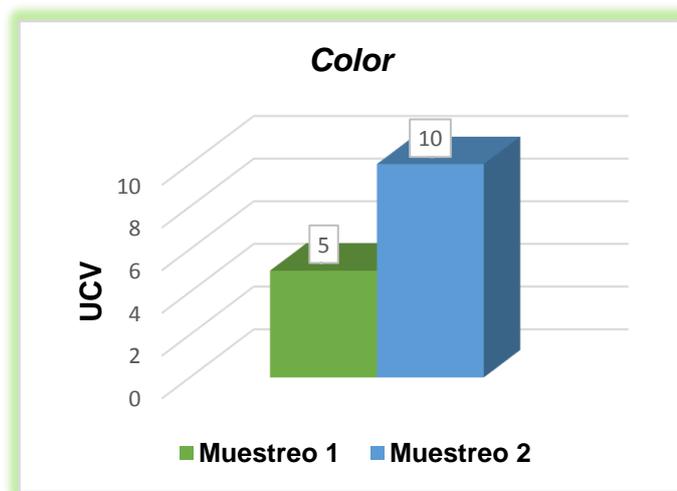
Parámetro Parasitológico	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Huevos y larvas de helmintos	2	1,0000	,00000	,00000	1,00	1,00
Total	2	1,0000	,00000	,00000	1,00	1,00

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 04 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de huevos y larvas de helmintos en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la evaluación de prueba de hipótesis.

#### 4.2.3. Parámetros Fisicoquímicos

*Gráfica 5: Análisis de parámetro de color.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 10: Estadística descriptiva de parámetro de color.*

Parámetro	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Color (UCV)	2	7,5000	3,53553	2,50000	5,00	10,00
Total	2	7,5000	3,53553	2,50000	5,00	10,00

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** La gráfica N° 05 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de color en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la evaluación de la prueba de hipótesis.

**Gráfica 6: Análisis de parámetros de turbiedad.**



**Fuente:** Elaboración propia

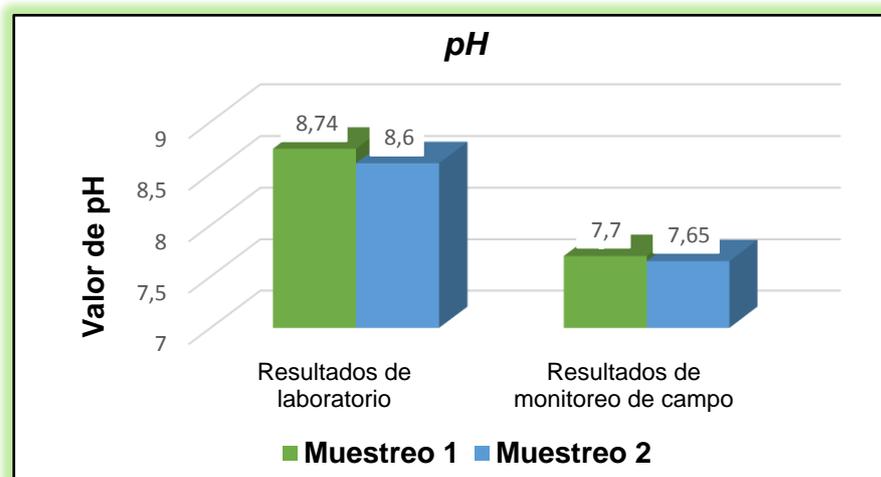
**Tabla 11: Estadística descriptiva de parámetros de turbiedad.**

Parámetro	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Turbiedad (UNT)	2	,5950	,07778	,05500	0,54	0,65
Total	2	,5950	,07778	,05500	0,54	0,65

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 06 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de turbiedad en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la evaluación de prueba de hipótesis.

**Gráfica 7: Análisis de agua en laboratorio y monitoreo in situ de parámetro de pH.**



**Fuente:** Elaboración propia

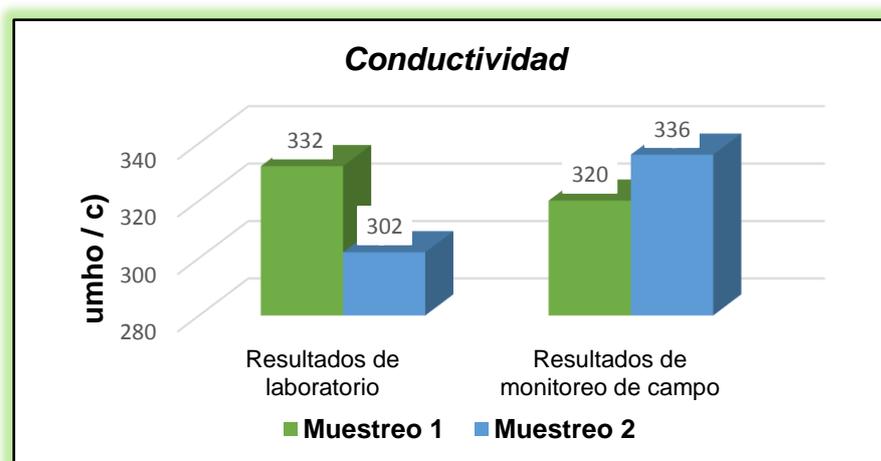
**Tabla 12:** Estadística descriptiva de parámetros de pH.

Tipo	N	Parámetro			Mínimo	Máximo
		Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media		
In situ	2	7,6750	,03536	,02500	7,65	7,70
Ex situ	2	8,6700	,09899	,07000	8,60	8,74
Total	4	8,1725	,57766	,28883	7,65	8,74

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 07 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de pH en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 8:** Análisis de agua en laboratorio y monitoreo in situ de parámetro de conductividad.



**Fuente:** Elaboración propia

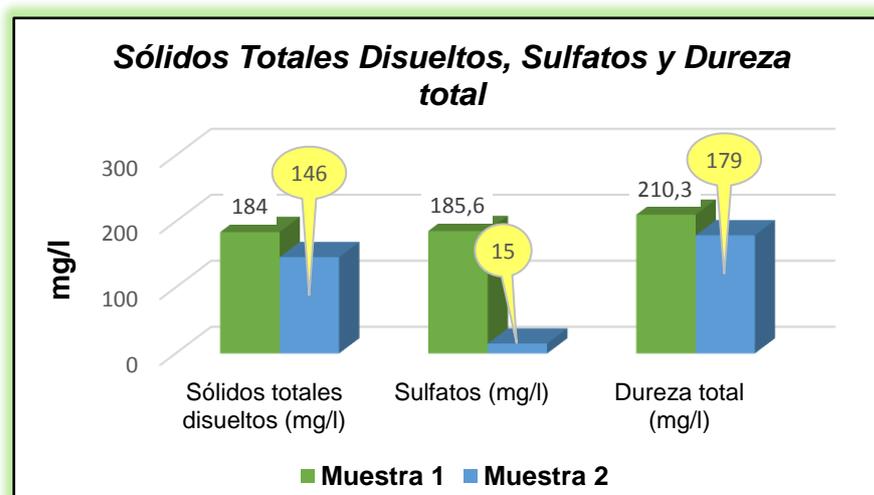
**Tabla 13:** Estadística descriptiva de parámetros de conductividad.

Tipo	N	Parámetro			Mínimo	Máximo
		Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media		
In situ	2	328,00	11,314	8,000	320	336
Ex situ	2	317,00	21,213	15,000	302	332
Total	4	322,50	15,264	7,632	302	336

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 08 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de conductividad en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 9:** Análisis de parámetros de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total.



**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 14:** Estadística descriptiva de parámetros de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Sólidos totales disueltos (mg/l)	2	165,0000	26,87006	19,00000	146,00	184,00
Sulfatos (mg/l)	2	100,3000	120,63242	85,30000	15,00	185,60
Dureza total (mg/l)	2	194,6500	22,13244	15,65000	179,00	210,30
Total	6	153,3167	70,81730	28,91104	15,00	210,30

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 09 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de sólidos totales disueltos, sulfatos y dureza total en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 10:** Análisis de parámetros de cloruros, zinc y sodio.



*Fuente:* Elaboración propia

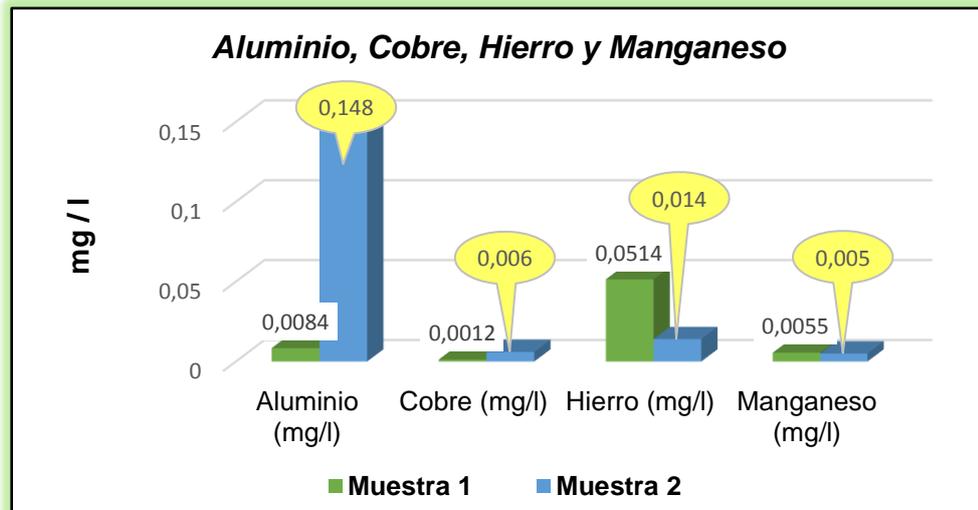
**Tabla 15:** Estadística descriptiva de parámetros de cloruros, zinc, y sodio.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Cloruros (mg/l)	1	1,0000	.	.	1,00	1,00
Zinc (mg/l)	2	,0036	,00339	,00240	0,0012	0,006
Sodio (mg/l)	2	1,7005	1,00056	,70750	0,993	2,408
Total	5	,8816	,98718	,44148	1,994	3,414

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 10 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de cloruros, zinc y sodio en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 11:** Análisis de parámetros de aluminio, cobre, hierro y manganeso.



*Fuente:* Elaboración propia

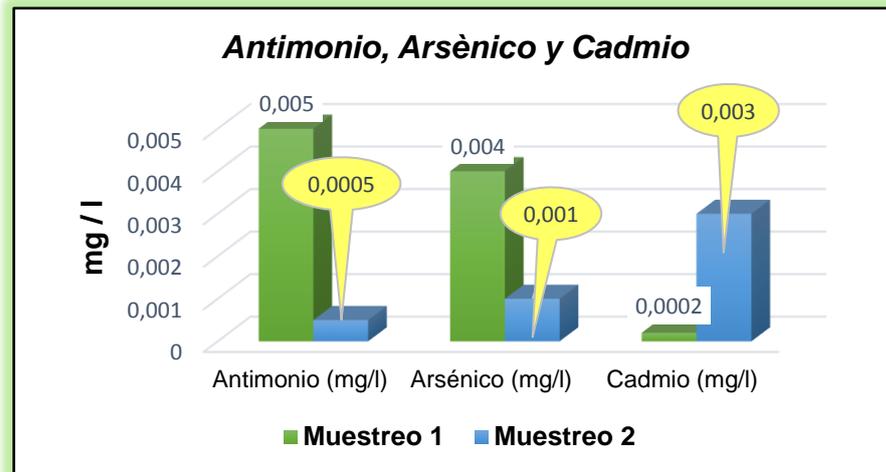
**Tabla 16:** Estadística descriptiva de parámetros de aluminio, cobre, hierro y manganeso.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Aluminio (mg/l)	2	,0782	,09871	,06980	0,0084	0,148
Cobre (mg/l)	2	,0036	,00339	,00240	0,0012	0,006
Hierro (mg/l)	2	,0327	,02645	,01870	0,014	0,0514
Manganeso (mg/l)	2	,0052	,00035	,00025	0,0055	0,005
Total	8	,0299	,05033	,01780	0,0291	0,2104

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 11 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de aluminio, cobre, hierro y manganeso en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 12:** Análisis de parámetros de antimonio, arsénico y cadmio.



*Fuente:* Elaboración propia

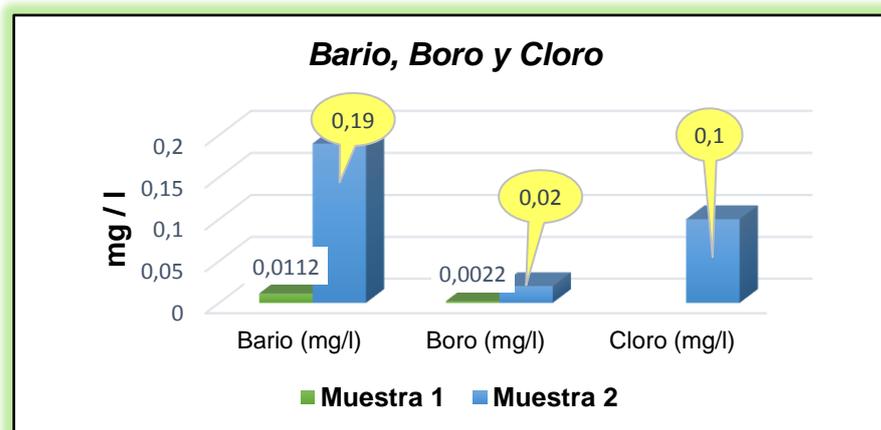
**Tabla 17:** Estadística descriptiva de parámetros de antimonio, arsénico y cadmio.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Antimonio (mg/l)	2	,0028	,00318	,00225	0,0005	0,005
Arsénico (mg/l)	2	,0025	,00212	,00150	0,001	0,004
Cadmio (mg/l)	2	,0016	,00198	,00140	0,0002	0,003
Total	6	,0023	,00200	,00082	0,0017	0,012

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 12 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de antimonio, arsénico y cadmio en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis

**Gráfica 13: Análisis de parámetros de bario, boro y cloro.**



*Fuente: Elaboración propia*

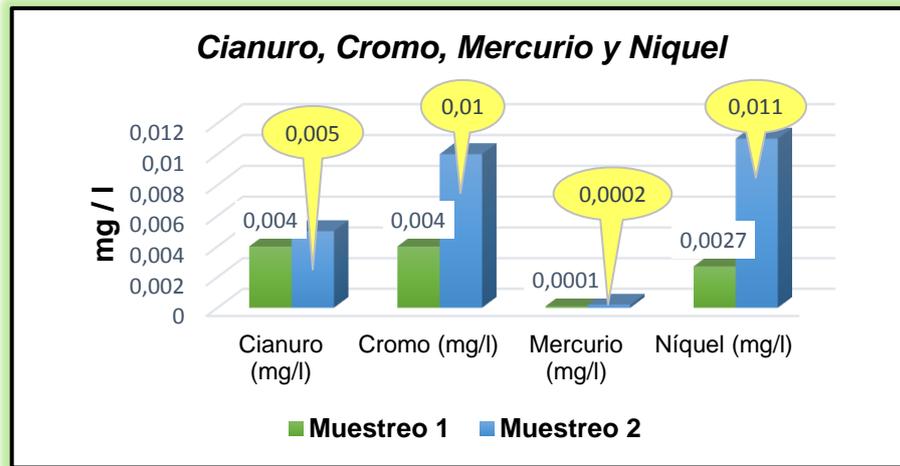
**Tabla 18: Estadística descriptiva de parámetros de bario, boro y cloro.**

Parámetros	N	Media	Des. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Bario (mg/l)	2	,1006	,12643	,08940	0,0112	0,19
Boro (mg/l)	2	,0111	,01259	,00890	0,0022	0,02
Cloro (mg/l)	1	,1000	.	.	0,10	0,10
Total	5	,0647	,08018	,03586	0,1134	0,49

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** La gráfica N° 13 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de bario, boro y cloro en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 14:** Análisis de parámetros de cianuro, cromo, mercurio y níquel.



*Fuente:* Elaboración propia

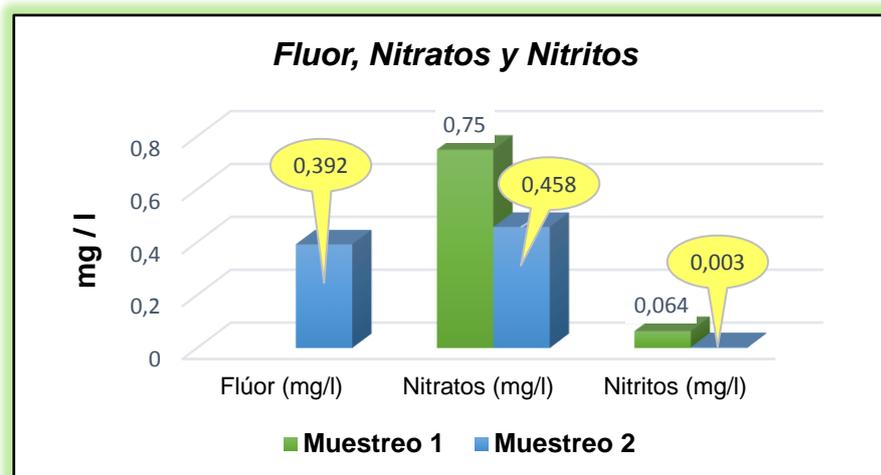
**Tabla 19:** Estadística descriptiva de parámetros de cianuro, cromo, mercurio y níquel.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Cianuro (mg/l)	2	,0045	,00071	,00050	0,004	0,005
Cromo (mg/l)	2	,0070	,00424	,00300	0,004	0,01
Mercurio (mg/l)	2	,0002	,00007	,00005	0,0001	0,0002
Níquel (mg/l)	2	,0068	,00587	,00415	0,0027	0,011
Total	8	,0046	,00404	,00143	0,0108	0,0262

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 14 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de cianuro, cromo, mercurio y níquel en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 15:** Análisis de parámetros de flúor, nitratos y nitritos.



*Fuente:* Elaboración propia

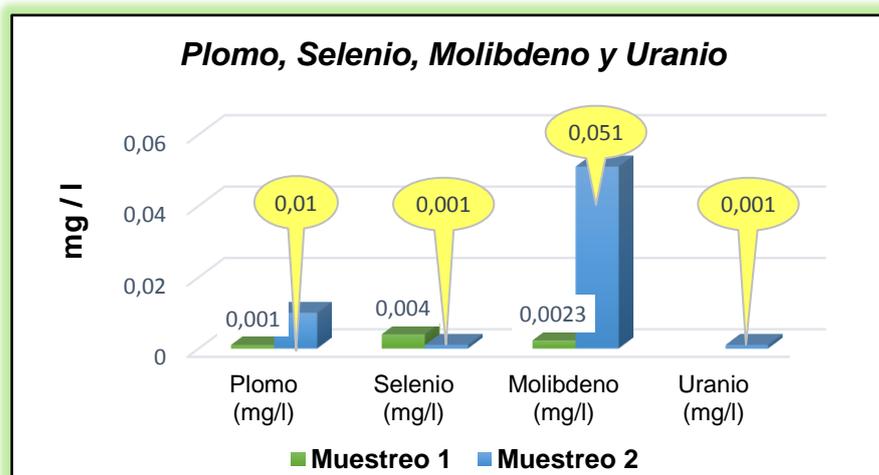
**Tabla 20:** Estadística descriptiva de parámetros de flúor, nitratos y nitritos.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Flúor (mg/l)	1	,3920	.	.	0,392	0,392
Nitratos (mg/l)	2	,6040	,20648	,14600	0,458	0,75
Nitritos (mg/l)	2	,0335	,04313	,03050	0,003	0,064
Total	5	,3334	,30588	,13679	0,853	1,206

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 15 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de flúor, nitratos y nitritos en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

**Gráfica 16:** Análisis de parámetros de plomo, selenio, molibdeno y uranio.



*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 21:** Estadística descriptiva de parámetros de plomo, selenio, molibdeno y uranio.

Parámetros	N	Media	Desv. Desviación	Error estándar de la media	Mínimo	Máximo
Plomo (mg/l)	2	,0055	,00636	,00450	0,001	0,01
Selenio (mg/l)	2	,0025	,00212	,00150	0,001	0,004
Molibdeno (mg/l)	2	,0266	,03444	,02435	0,0023	0,051
Uranio (mg/l)	1	,0010	.	.	0,001	0,001
Total	7	,0100	,01835	,00693	0,0053	0,066

*Fuente:* Elaboración propia

**Interpretación:** La gráfica N° 16 presenta los resultados de las muestras de agua del análisis de plomo, selenio, molibdeno y uranio en el laboratorio, donde las dos muestras son tomadas en un mismo punto, pero en diferentes temporadas, y es procesada a través de software SPSS la estadística descriptiva, donde se resalta la media muestral para la prueba de hipótesis.

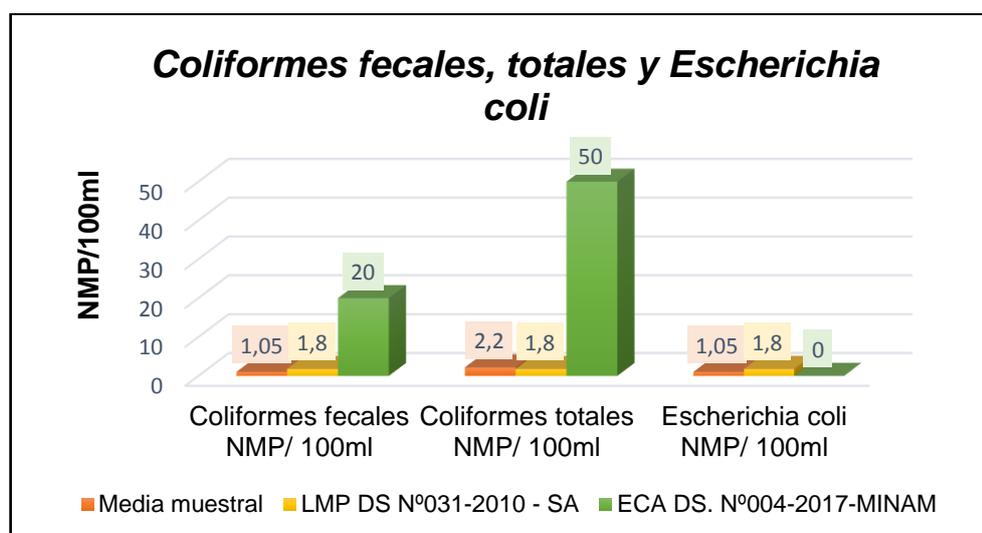
#### 4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

En la prueba de hipótesis prima la estadística descriptiva, a través de la media muestral, como resultado de análisis de los parámetro microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos del agua del efluente de la laguna Lulicocha en

el laboratorio, lo cual se evaluó con los LMP del DS N°031-2010-SA y la ECA del DS N°004-2017-MINAM; para su prueba de hipótesis.

**“La concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA”.**

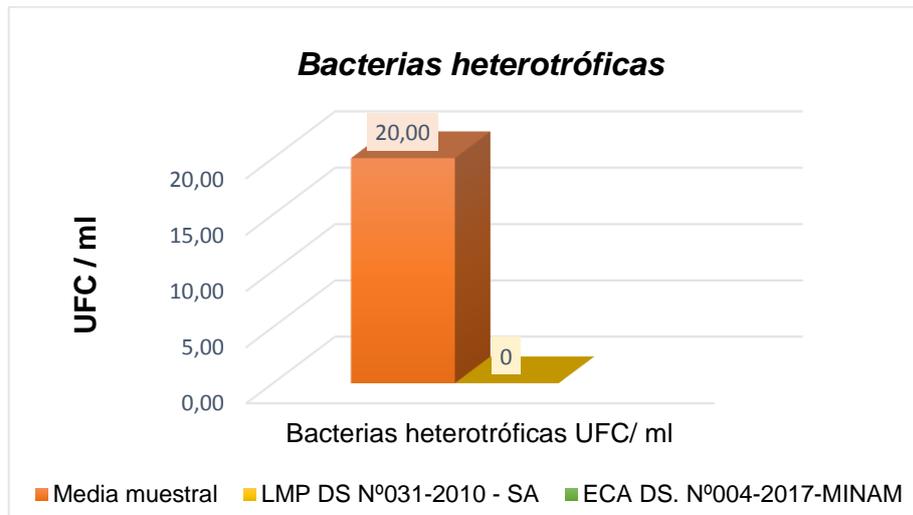
*Gráfica 17: Evaluación de prueba de hipótesis de coliformes fecales, totales y escherichia coli.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de coliformes fecales, y escherichia coli está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, a excepción de coliformes totales; mientras para la ECA DS. N° 004-2017-MINAM los coliformes fecales y totales se encuentran dentro de la normativa a excepto de escherichia coli por lo que se concluye que la calidad del agua no es apta para consumo humano en los parámetros de coliformes totales y escherichia coli.

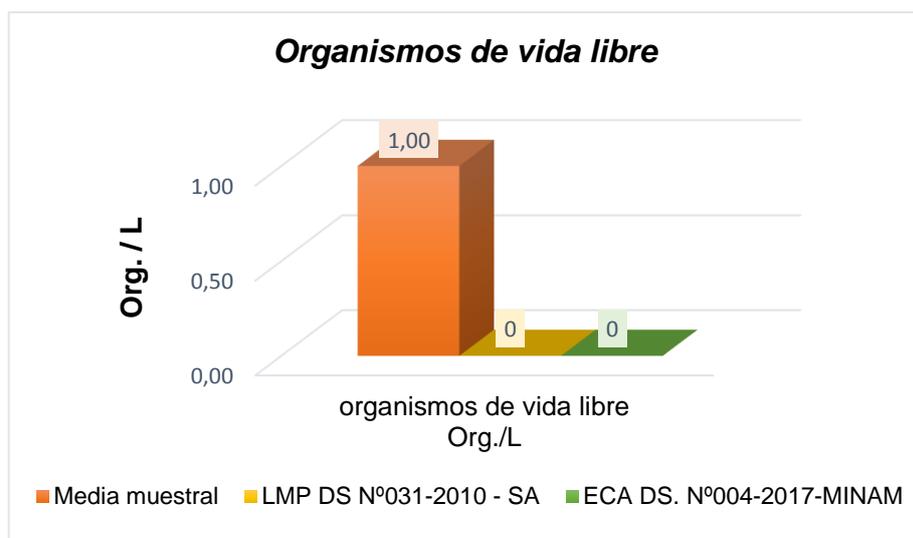
**Gráfica 18:** Evaluación de prueba de hipótesis de bacterias heterotróficas.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de bacterias heterotróficas no está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA; mientras para la ECA DS. N° 004-2017-MINAM no tipifica la normativa, por lo que se concluye que la calidad del agua no es apta para consumo humano en el parámetro de bacterias heterotróficas.

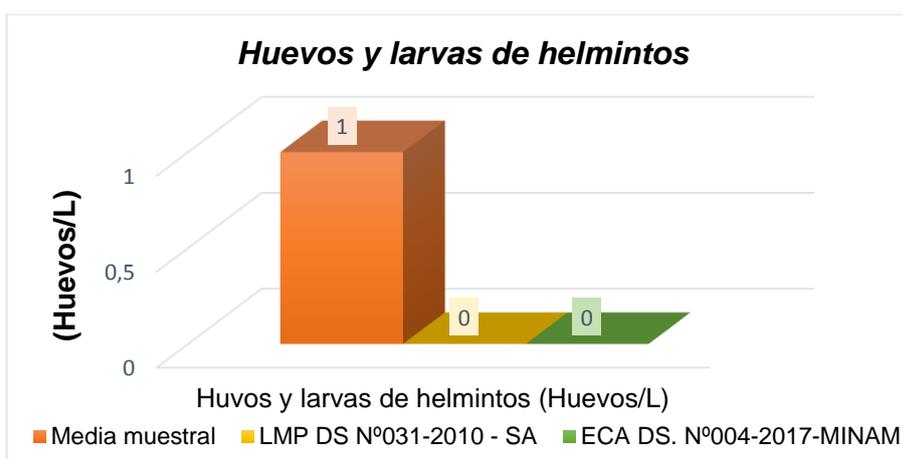
**Gráfica 19:** Evaluación de prueba de hipótesis de organismos de vida libre.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de organismos de vida libre no está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA; ni de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM, por lo que se concluye que la calidad del agua no es apta para consumo humano en el parámetro de organismos de vida libre.

*Gráfica 20: Evaluación de prueba de hipótesis de huevos y larvas de helmintos.*

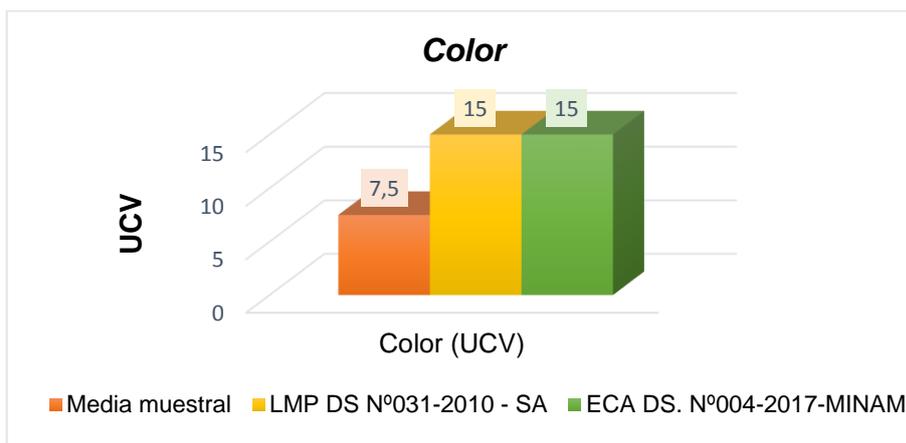


*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de huevos y larvas de helmintos no está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA; ni de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM, por lo que se concluye que la calidad del agua no es apta para consumo humano en el parámetro de huevos y larvas de helmintos.

**“La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA”.**

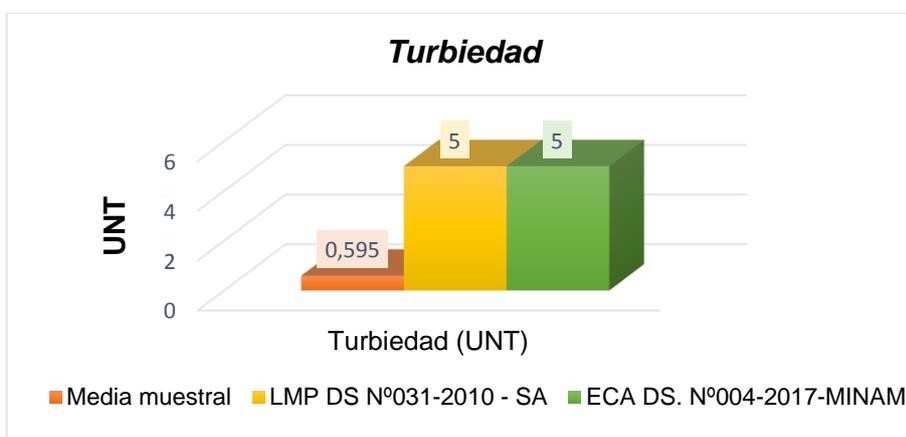
**Gráfica 21:** Evaluación de prueba de hipótesis de color.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de color está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en el parámetro de color.

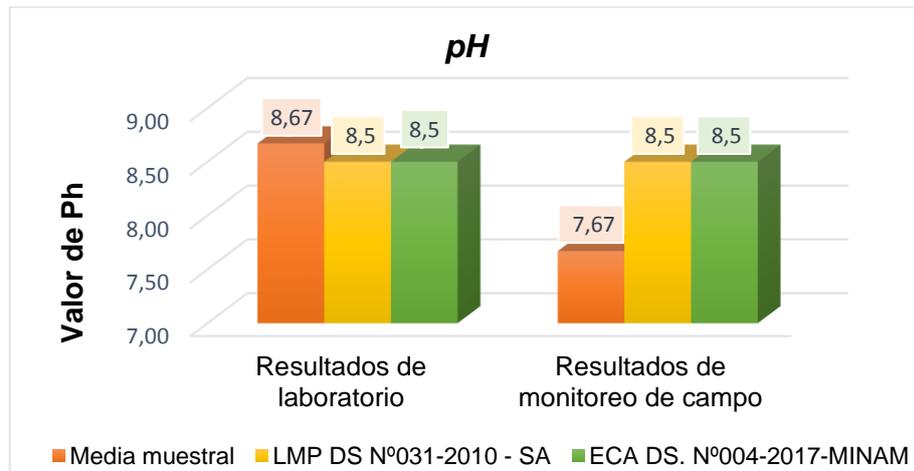
**Gráfica 22:** Evaluación de prueba de hipótesis de turbiedad.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de turbiedad está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en el parámetro de turbiedad.

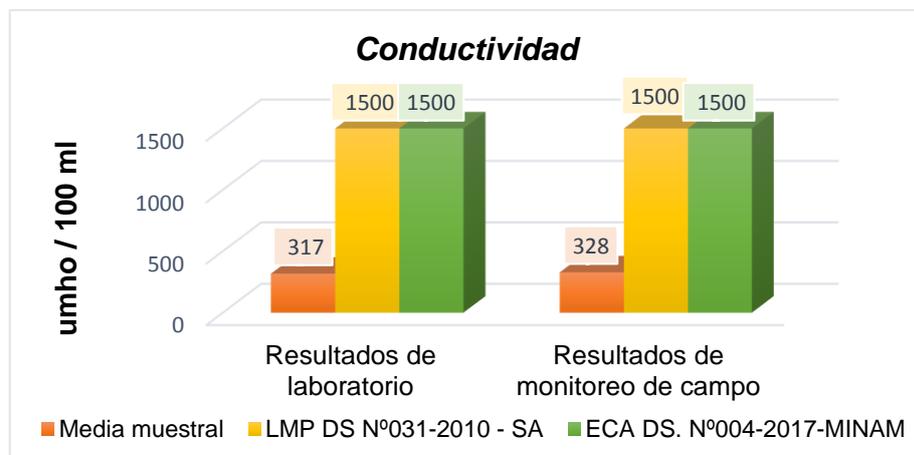
**Gráfica 23: Evaluación de prueba de hipótesis de pH.**



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha de monitoreo de campo, indica que la concentración del parámetro de pH está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; mientras los resultados de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha de laboratorio, indica que la concentración del parámetro de pH no está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA; ni de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM, por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en el parámetro de pH.

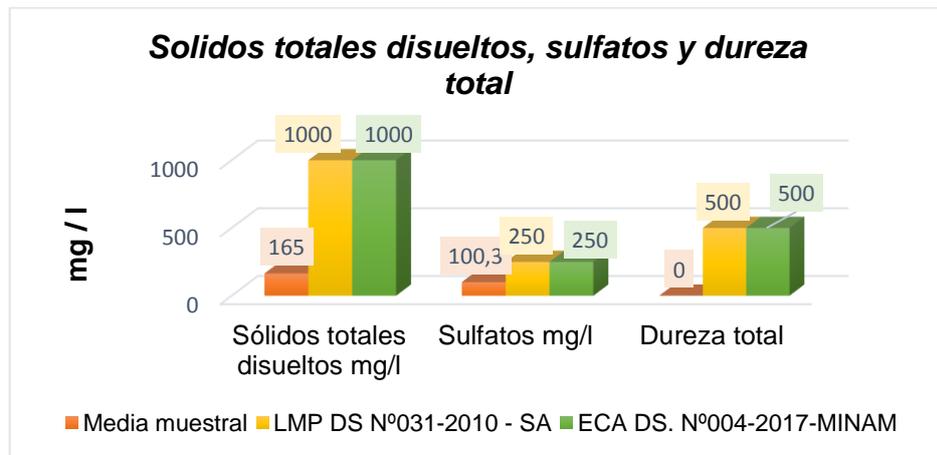
**Gráfica 24: Evaluación de prueba de hipótesis de conductividad.**



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha de monitoreo de campo y del laboratorio, indican que la concentración del parámetro de conductividad está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en el parámetro de conductividad.

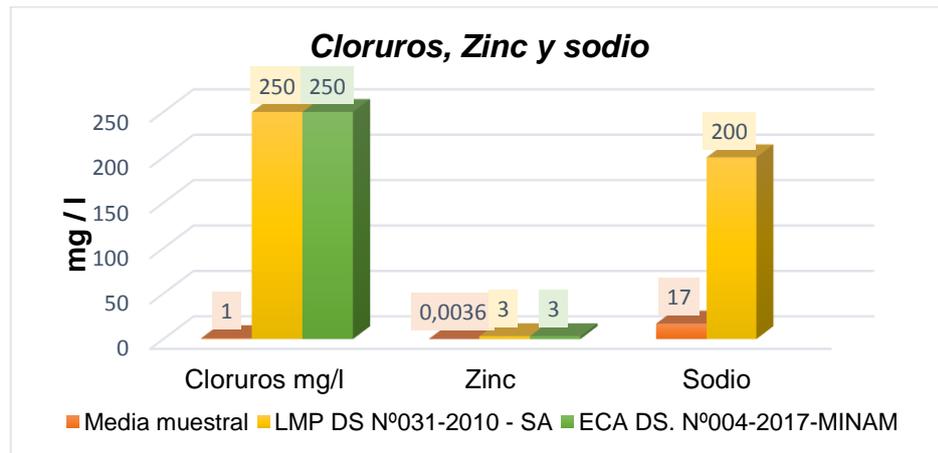
**Gráfica 25:** Evaluación de prueba de hipótesis de solidos totales disueltos, sulfatos y dureza total.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de evaluación de calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de solidos totales disueltos, sulfatos y dureza total está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros indicados.

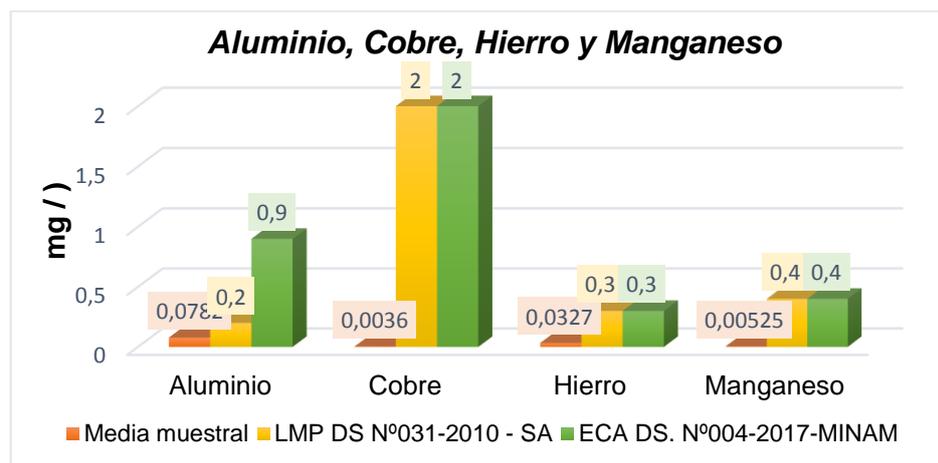
**Gráfica 26:** Evaluación de prueba de hipótesis de cloruros, zinc y sodio.



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de cloruros, zinc y sodio está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, mientras para la ECA DS. N° 004-2017-MINAM los cloruros y zinc se encuentran dentro de la normativa a excepto del sodio que no tipifica la normativa; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de cloruros, zinc y sodio.

**Gráfica 27:** Evaluación de prueba de hipótesis de aluminio, cobre, hierro y manganeso.

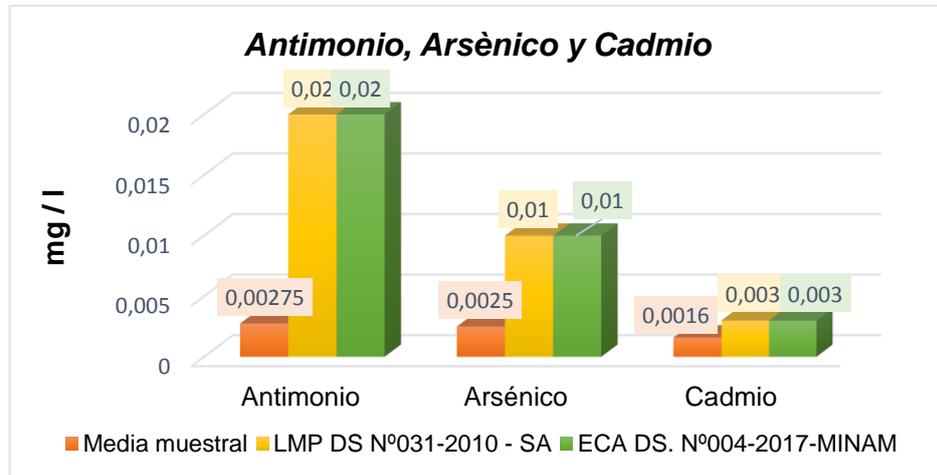


*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de aluminio, cobre, hierro y manganeso, está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS.

N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de aluminio, cobre, hierro y manganeso.

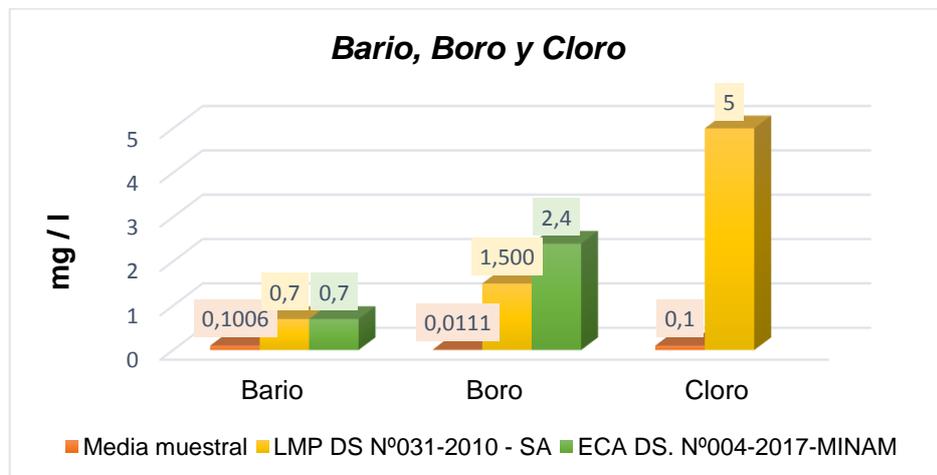
**Gráfica 28:** Evaluación de prueba de hipótesis de antimonio, arsénico y cadmio.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de antimonio, arsénico y cadmio, está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de antimonio, arsénico y cadmio.

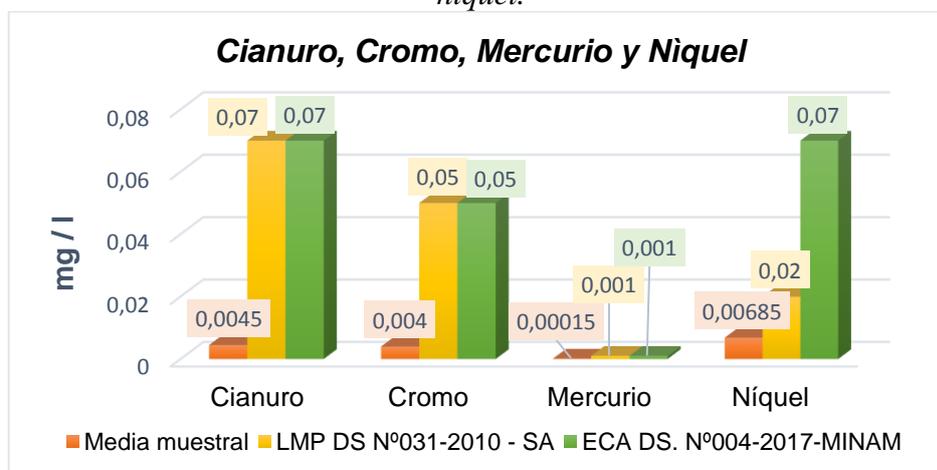
**Gráfica 29:** Evaluación de prueba de hipótesis de bario, boro y cloro.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de bario, boro y cloro, está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, mientras para la ECA DS. N° 004-2017-MINAM el bario y boro se encuentran dentro de la normativa a excepto del cloro que no tipifica la normativa; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de bario, boro y cloro.

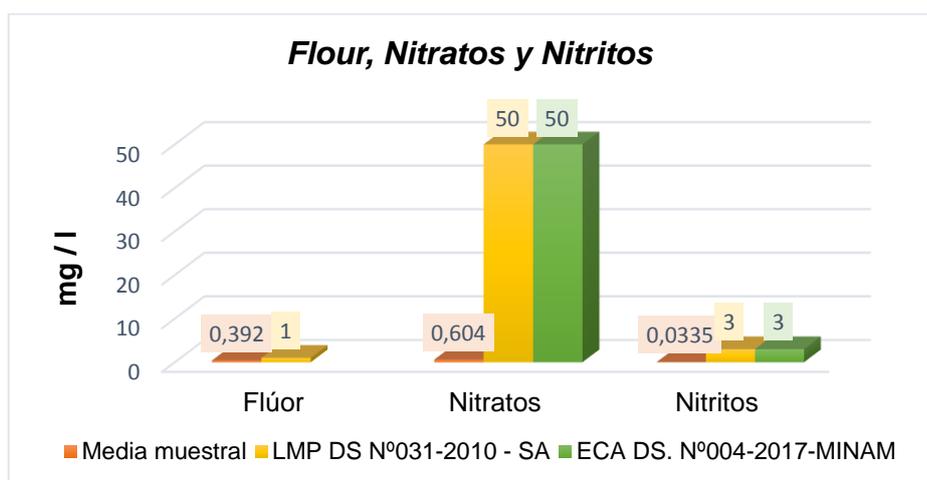
**Gráfica 30:** Evaluación de prueba de hipótesis de cianuro, cromo, mercurio y níquel.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de cianuro, cromo, mercurio y níquel está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de cianuro, cromo, mercurio y níquel.

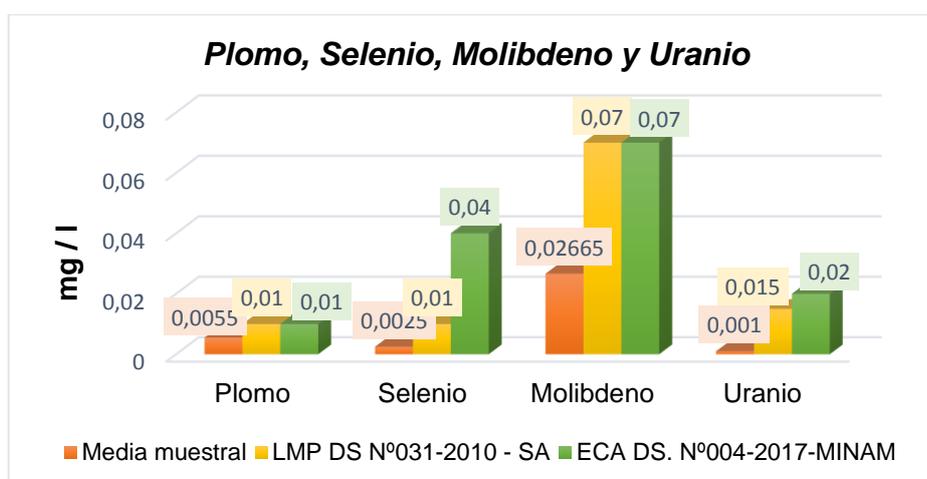
**Gráfica 31:** Evaluación de prueba de hipótesis de flúor, nitratos y nitritos.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de flúor, nitratos y nitritos está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, mientras para la ECA DS. N° 004-2017-MINAM los nitratos y nitritos se encuentran dentro de la normativa a excepto del flúor que no tipifica la normativa; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de flúor, nitratos y nitritos.

**Gráfica 32:** Evaluación de prueba de hipótesis de plomo, selenio, molibdeno y uranio.



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Lulicocha, indica que la concentración del parámetro de plomo, selenio, molibdeno y uranio, está dentro del LMP del DS N°031-2010 – SA, y de la ECA DS. N° 004-2017-MINAM; por lo que se concluye que la calidad del agua es apta para consumo humano en los parámetros de plomo, selenio, molibdeno y uranio.

**“Es viable el proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y requiere un tratamiento convencional de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha”.**

*Tabla 22: Evaluación de acuerdo al DS. N°031-2010-SA y DS. N°004-2017-MINAM con la media muestral de los parámetros.*

Parámetros	Unidad	Media muestral	LMP DS. N°031-2010-SA	Evaluación de acuerdo al DS. N°031-2010-SA	ECA DS. N°004-2017-MINAM Categoría 1 Sub. Categoría A	Evaluación de acuerdo al DS. N°004-2017-MINAM
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Fecales	NMP/100ml	1.05	<1.8	Si cumple	20	Si cumple
Coliformes Totales	NMP/100ml	2.2	<1,8	No cumple	50	Si cumple
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL	20	0	No cumple	*	-
Escherichia Coli	NMP/100ml	1.05	<1.8	Si cumple	0	No cumple
Organismos de vida libre	Organismos/L	1	0	No cumple	0	No cumple
<b>PARASITOLÓGICOS</b>						
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	Huevo/L	1	0	No cumple	0	No cumple
<b>FISICOQUÍMICOS</b>						
Color	UC	7.5	15	Si cumple	15	Si cumple
Turbiedad	UNT	0.595	5	Si cumple	5	Si cumple
pH (in situ)	Unidad de pH	7.68	6.5 a 8.5	Si cumple	6.5 a 8.5	Si cumple

<b>pH</b>	Unidad de pH	8.67	6.5 a 8.5	No cumple	6.5 a 8.5	No cumple
<b>Conductividad (in situ)</b>	µmho /cm	328	1500	Si cumple	1500	Si cumple
<b>Conductividad</b>	µmho /cm	317	1500	Si cumple	1500	Si cumple
<b>Sólidos totales disueltos</b>	mg/l	165	1000	Si cumple	1000	Si cumple
<b>Cloruros</b>	mg/l	1	250	Si cumple	250	Si cumple
<b>Sulfatos</b>	mg/l	100.3	250	Si cumple	250	Si cumple
<b>Dureza total</b>	mg/l	194.65	500	Si cumple	500	Si cumple
<b>Hierro</b>	mg/l	0.0327	0.3	Si cumple	0.3	Si cumple
<b>Manganeso</b>	mg/l	0.00525	0.4	Si cumple	0.4	Si cumple
<b>Aluminio</b>	mg/l	0.0782	0.2	Si cumple	0.9	Si cumple
<b>Cobre</b>	mg/l	0.0036	2.0	Si cumple	2	Si cumple
<b>Zinc</b>	mg/l	0.0036	3.0	Si cumple	3	Si cumple
<b>Sodio</b>	mg/l	1.7005	200	Si cumple	*	-
<b>Antimonio</b>	mg/l	0.00275	0.020	Si cumple	0.02	Si cumple
<b>Arsénico</b>	mg/l	0.0025	0.010	Si cumple	0.01	Si cumple
<b>Bario</b>	mg/l	0.1006	0.700	Si cumple	0.7	Si cumple
<b>Boro</b>	mg/l	0.0111	1.500	Si cumple	2.4	Si cumple
<b>Cadmio</b>	mg/l	0.0016	0.003	Si cumple	0.003	Si cumple
<b>Cianuro</b>	mg/l	0.0045	0.070	Si cumple	0.07	Si cumple
<b>Cloro</b>	mg/l	0.1	5	Si cumple	*	-
<b>Cromo</b>	mg/l	0.004	0.050	Si cumple	0.05	Si cumple
<b>Flúor</b>	mg/l	0.392	1.000	Si cumple	*	-
<b>Mercurio</b>	mg/l	0.00015	0.001	Si cumple	0.001	Si cumple
<b>Níquel</b>	mg/l	0.00685	0.020	Si cumple	0.07	Si cumple
<b>Nitratos</b>	mg/l	0.604	50.00	Si cumple	50	Si cumple
<b>Nitritos</b>	mg/l	0.0335	3.0	Si cumple	3	Si cumple
<b>Plomo</b>	mg/l	0.0055	0.010	Si cumple	0.01	Si cumple
<b>Selenio</b>	mg/l	0.0025	0.010	Si cumple	0.04	Si cumple
<b>Molibdeno</b>	mg/l	0.02665	0.07	Si cumple	0.07	Si cumple
<b>Uranio</b>	mg/l	0.001	0.015	Si cumple	0.02	Si cumple

\* No tipifica en la norma

#### 4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La calidad de agua de la laguna Lulicocha se determinó de acuerdo a los resultados de los parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos de las muestras de agua en el laboratorio, evaluados con el DS N° 031-2010-SA y el DS N°004-2017-MINAM para viabilizar la ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco 2021-2022. La calidad del agua será apta

para consumo humano siempre cuando sea potabilizado con desinfección y tratamiento convencional de acuerdo a la normativa.

**Hipótesis 1:** La concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.

La calidad de agua de la laguna Lulicocha no es apta para consumo humano de acuerdo a los resultados de la evaluación de los parámetros microbiológicos y parasitológicos, según los LMP del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano que establece el DS N°031-2010-SA, por ende, no se cumple la hipótesis, excepto los parámetros de coliformes totales y escherichia coli que se encuentra dentro del LMP.

**Hipótesis 2:** La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.

La calidad de agua de la laguna Lulicocha es apto para consumo humano de acuerdo a los resultados de la evaluación de los parámetros fisicoquímicos, según el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano que establece el DS N°031-2010-SA, por ende, se cumple la hipótesis planteada, excepto el parámetro de pH que excede al LMP según los resultados de laboratorio; sin embargo, en el monitoreo in situ si cumple el parámetro pH.

**Hipótesis 3:** Es viable el proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y requiere un tratamiento convencional de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha.

La calidad de agua de la laguna Lulicocha de acuerdo a la evaluación del DS N°031-2010-SA de los parámetros microbiológicos y parasitológicos no cumplen al 100% con LMP del Reglamento de la calidad de agua para consumo humano a excepción de los parámetros fisicoquímicos si cumplen pH; de igual forma con el DS N°004-2017-MINAM los parámetros microbiológicos y parasitológicos no cumplen al 100% con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de categoría 1 “uso poblacional y recreacional” de la subcategoría A del tipo A1 “agua que puede ser potabilizado con desinfección” a excepción de los parámetros fisicoquímicos, las fuentes de aguas superficiales ya sea de lagunas, riachuelos y humedales necesariamente tienen que contar con PTAP para ser agua de consumo humano y en cumplimiento de la ECA de categoría 1 del tipo A2 “agua que puede ser potabilizado con tratamiento convencional” por ser de fuente superficial, se cumple la hipótesis planteada, siempre en cuando el elemento líquido sea potabilizado con desinfección y un tratamiento convencional.

## CONCLUSIONES

1. La calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha, es de agua tomadas en dos temporadas diferentes (setiembre y junio) en un mismo punto, siguiendo el protocolo de toma de muestra en cumplimiento de la RD N°160-2015/DIGESA/SA. Concluyendo que los parámetros microbiológicos y parasitológicos del líquido elemental excede a los LMP del DS N°031-2010-SA y de la ECA del DS N°004-2017-MINAM, mientras que los parámetros fisicoquímicos se encuentra dentro de la normativa, por lo tanto, es necesario que se desarrolle el tratamiento y desinfección para ser potabilizado para consumo humano.

2. La calidad del agua de la laguna Lulicocha de acuerdo a los parámetros microbiológicos y parasitológicos de las muestras de agua, según la evaluación con los LMP del DS N° 031-2010-SA, los parámetros de coliformes totales, bacterias heterotróficas, organismos de vida libre y huevos y helmintos no cumplen con los LMP a excepción de coliformes totales y escherichia coli; por lo que se concluye que la calidad de agua de la laguna Lulicocha no es apto para consumo humano y requiere ser potabilizado con desinfección para eliminarlos.

3. La calidad del agua de la laguna Lulicocha de acuerdo a los parámetros fisicoquímicos de las muestras de agua, según la evaluación con los LMP del DS N° 031-2010-SA, los parámetros de color, turbiedad, pH, conductividad, solidos totales disueltos, sulfatos, dureza total, cloruros, zinc, sodio, aluminio, cobre, hierro, manganeso, antimonio, arsénico, cadmio, bario, boro, cloro, cianuro, cromo, mercurio, níquel, flúor, nitratos, nitritos, plomo, selenio, molibdeno y uranio se encuentran dentro de los LMP a excepción del pH. Sin embargo, el pH en el monitoreo in situ se encuentra dentro de la normativa; por lo que se concluye que la calidad de agua de la laguna Lulicocha es apto para consumo humano.

4. La calidad del agua de la laguna Lulicocha de acuerdo a los parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos de las muestras de agua, según la evaluación con el ECA del DS N° 004-2017-MINAM, indica que los parámetros de coliformes fecales y coliformes totales se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental de categoría 1 “uso poblacional y recreacional” de la subcategoría A del tipo A1 “agua que puede ser potabilizado con desinfección” a excepción de escherichia coli, organismos de vida libre y huevos helmintos; mientras los parámetros fisicoquímicos de estudio se encuentran dentro de la normativa a excepción del pH, sin embargo es preciso aclarar que el parámetro pH en el monitoreo in situ si se encuentra dentro de la normativa; por lo que se concluye que la calidad de agua de la laguna Lulicocha será apto para consumo humano, siempre en cuando el elemento liquido sea potabilizado con desinfección mediante (hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, dióxido de cloro y ozono) para eliminar los agentes microbianos y un tratamiento convencional (PTAP) por ser de fuente superficial; lo cual permitirá viabilizar la ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda implementar el tratamiento convencional (PTAP) en la ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, en cumplimiento de que todo recurso hídrico de fuente superficial tales como laguna, río, riachuelo y humedales, para ser de consumo humano tiene que contar con una planta de tratamiento de agua potable.
2. Implementar la etapa de desinfección en la ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, ya que los resultados de análisis obtenidos en laboratorio acreditado por INACAL de los parámetros microbiológicos y parasitológicos exceden los Límites Máximos Permisibles (LMP) del DS N°031-2010-SA y de igual forma a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del DS N°004-2017-MINAM, por ende es necesario la desinfección mediante (hipoclorito de sodio, hipoclorito de calcio, dióxido de cloro, ozono, etc.)
3. Concientizar a la población para establecer la cota familiar (aporte económico) por el servicio de consumo del agua potable a través de organizaciones o Unidad de Gestión Municipal (UGM) a fin de la sostenibilidad de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable con el objetivo de brindar agua de consumo humano de calidad óptima a la población usuaria del distrito de Ninacaca, resguardando la salud del consumidor.
4. Se recomienda a la Municipalidad distrital de Ninacaca tomar en cuenta los incisos mencionados para mantener la sostenibilidad y una población sana y saludable, ya que por consumir agua de calidad no óptima se tiene problemas de enfermedades tales como la Anemia, Edas e Iras.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFIA

- Álava Rosales, L. M., Marin Alvares, L. S., & Gallo Ibáñez, N. C. (Octubre de 2021). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la cuenca baja del río Lelfá - Santo Domingo de los Tsáchilas. *Dialnet*, 7(6), 625-648. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383784>
- Barrenechea Martel, Q. A. (s.f.). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Brousett Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., & Lujano Laura, E. (30 de Enero de 2018). Evaluación físico - química y microbiológica de agua para consumo humano Puno. *Scielo*, 15(15). Obtenido de [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2071-081X2018000100005&script=sci_arttext)
- CDC. (2022). *Acerca de los Parasitos*. Obtenido de Centro para el Control y Prevención de Enfermedades: <https://www.cdc.gov/parasites/es/about.html>
- Chán Santisteban, M. L., & Peña, W. (Junio de 2015). Evaluación de la calidad del agua superficial con potencial para consumo humano en la cuenca alta del Sis Iacán. *Scielo*, 7(1). Obtenido de [https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1659-42662015000100019](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662015000100019)
- Cisneros Rosazza, R. F. (2017). *Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali)*. Perú. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2652/T030\\_75930333\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2652/T030_75930333_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cordy, G. (29 de Agosto de 2017). *Introduccion a la calidad de agua*. Obtenido de USGS: <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>
- Diaz Brances , K. L., & Mamani Chambi, N. R. (2021). *Evaluación de la calidad del agua superficial para el consumo humano en el centro poblado San Miguel de Viso*. Perú, Huarochirí. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4853>
- Elkan, M. (2017). *karollfermelo.blogspot*. Obtenido de <http://karollfermelo.blogspot.com/2017/05/composicion-y-estructura.html>
- ElPeruano. (2009). *Ley de Recurso Hidrico Ley N° 29338*. Perú. Obtenido de <https://leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29338.pdf>
- FIODMO. (2012). *Estudio de la Ccalidad de Fuestes Utilizadas Para Consumo Humano y Plan de Mitigación por Contaminación poruso domestico y agroquimicos*. ECOFLUIDOS INGENIEROS, LIMA, Peru. Obtenido de <https://www1.paho.org/per/images/stories/PyP/PER37/15.pdf>

- Guimaraes Pérez, L. X. (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano San Isidro- Callería*. Perú, Ucayali. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5194>
- Inocente Chacón, J. R. (2019). *Caracterización físicoquímica y microbiológica del Agua de la laguna de Punrun con fines de abastecimiento futuro a la ciudad de Cerro de Pasco, de acuerdo a los estándares de calidad ambiental y la Organización Mundial de la Salud*. Perú, Pasco. Obtenido de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1536/1/T026\\_43936850\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1536/1/T026_43936850_T.pdf)
- La calidad del agua y su importancia. (s.f.). *La calidad del agua y su importancia*. Obtenido de E- LAP: <https://agqlabs.es/tienda/2020/09/02/la-calidad-del-agua-y-su-importancia/>
- Mendoza Fuentes, M. A. (2018). *Evaluación físicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca*. Perú, Ayacucho. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/12256>
- Microorganismo de Vida Libre. (s.f.). *Microorganismo de Vida Libre*. Obtenido de Symborg: <https://symborg.com/es/proteccion-suelos/microorganismos-de-vida-libre-que-son-y-como-benefician-a-la-planta/#:~:text=Los%20microorganismos%20de%20vida%20libre%20son%20a%20quellos%20que%20tienen%20la,perjudicados%20ni%20beneficiados%20por%20ella.>
- MINAM. (2005). *LEY GENERAL DEL AMBIENTE - LEY N° 28611*. Perú. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>
- MINAM. (2017). *DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM*. Perú. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- MINSA. (2010). *Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano*. Perú. Obtenido de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)
- MINSA. (2015). *Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano*. Perú. Obtenido de [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)
- Murga Paulino, L. R. (26 de Diciembre de 2020). Evaluación de metales pesados en ríos y truchas *Oncorhynchus mykiss* de la región Pasco. *Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 3(2), 32 - 48. Obtenido de <https://ambiente-sustentabilidad.org/index.php/revista/article/view/93/137>

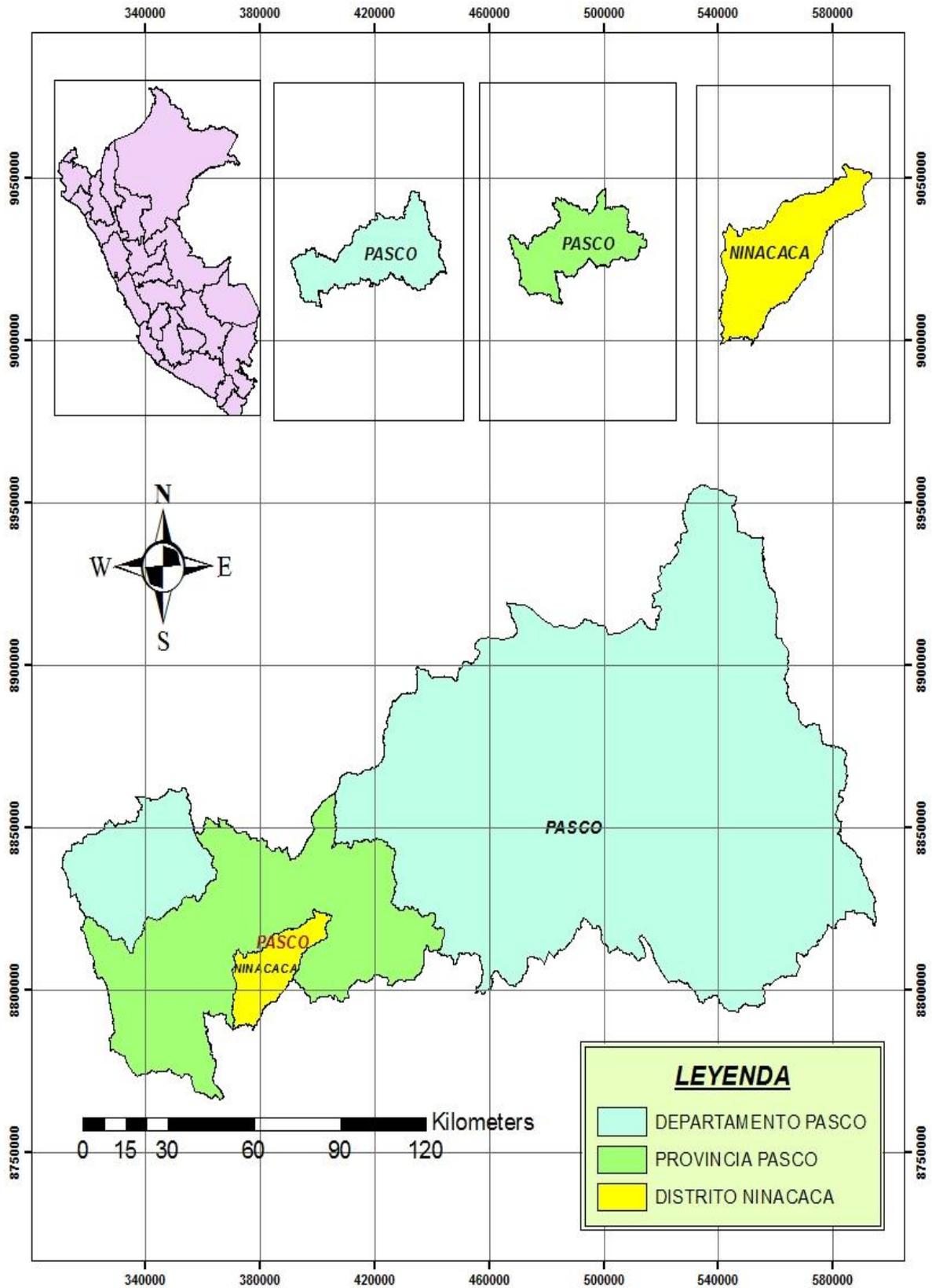
- OMS. (22 de Marzo de 2021). Una persona necesita 100 litros de agua al día: OMS. *Gaceta*. Recuperado el 2022, de <http://www.gaceta.udg.mx/una-persona-necesita-100-litros-de-agua-al-dia-oms/>
- Perez Porto, J., & Gardey, A. (2016). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/uranio/>
- Perez Porto, J., & Gardey, A. (2021). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/conductividad/>
- Perez Porto, J., & Merino, M. (2018). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/cianuro/>
- Perez Porto, J., & Merino, M. (2019). *Definición.de*. Obtenido de <https://definicion.de/fluor/>
- Peruano, E. (1993). *Constitución política del Perú 1993*. Perú. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/spanish/per\\_res17.pdf](https://www.oas.org/juridico/spanish/per_res17.pdf)
- Ponce, V. M. (2021). *Sdsu*. Obtenido de Las propiedades del agua: [http://ponce.sdsu.edu/propiedades\\_del\\_agua.html](http://ponce.sdsu.edu/propiedades_del_agua.html)
- Pradillo, B. (12 de Setiembre de 2016). *Parámetros de control del agua potable*. Obtenido de Club Iagua: <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/parametros-control-agua-potable>
- Quiquia Condor, Y. Y. (2019). *Evaluación de la calidad física y microbiológica del agua de la laguna Acucocha recurso hídrico potencial para consumo humano para la población de Cerro de Pasco- distritos de Huayllay y Simón Bolívar*. Perú, Pasco. Obtenido de [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2088/1/T026\\_71249788\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2088/1/T026_71249788_T.pdf)
- Ramirez Regalado, V. M. (2019). *Química General*. Mexico. Obtenido de <https://fliphtml5.com/bxvak/hfbm/basic>
- Rosendo, P. G. (07 de marzo de 2015). *Fuentes de abastecimiento*. Obtenido de Prezi: <https://prezi.com/8bsl-4qjdycs/fuentes-de-abastecimiento/>
- Saredi G., D. N. (2006). *Manual Práctico de Parasitología Medica*. Buenos Aire. Obtenido de [https://www.andromaco.com/portals/0/publicaciones/libro\\_parasitologiaii\\_com\\_paginado.pdf?ver=2019-10-08-110758-323](https://www.andromaco.com/portals/0/publicaciones/libro_parasitologiaii_com_paginado.pdf?ver=2019-10-08-110758-323)
- Serperuano. (03 de Febrero de 2012). Serperuano. *Agua para Consumo Humano*. Recuperado el 2022, de <https://www.serperuano.com/2012/02/agua-para-consumo-humano/>
- Tipos de agua. (09 de Setiembre de 2020). *Ecología y reciclaje*. Obtenido de Twenergy: <https://twenergy.com/ecologia-y-reciclaje/tipos-de-agua/>

## ANEXOS:

### ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>TÍTULO: Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA, con fines de Ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca, Pasco - 2021 – 2022.</b>				
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Variables</b>	<b>Instrumentos</b>
<p>¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco - 2022?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA?</li> <li>¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA?</li> <li>¿Es viable el proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y que tipo de tratamiento requiere de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha?</li> </ol>	<p>Determinar la calidad de agua para consumo humano de la laguna Lulicocha de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco -2022.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA.</li> <li>Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca de acuerdo al DS N°031-2010-SA.</li> <li>Determinar la viabilidad del proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y tipo de tratamiento de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha.</li> </ol>	<p>La calidad de agua de la laguna Lulicocha es apto para consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA con fines de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca Pasco – 2022.</p> <p><b>Hipótesis específica:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La concentración de los parámetros microbiológicos y parasitológicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.</li> <li>La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha del distrito de Ninacaca se encuentra dentro de los LMP del DS N°031-2010-SA.</li> <li>Es viable el proyecto de ampliación del sistema de agua potable del distrito de Ninacaca y requiere un tratamiento convencional de acuerdo a la evaluación de los resultados de la calidad de agua de la laguna Lulicocha</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Variable independiente:</b></p> <p>Parámetros microbiológicos, parasitológicos y fisicoquímicos del agua de la laguna Lulicocha.</p> <p style="text-align: center;"><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Calidad de agua para consumo humano.</p> <p>Ampliación del sistema de agua potable</p>	<p style="text-align: center;">-Reglamento de la calidad de agua para consumo humano</p> <p style="text-align: center;">-Multiparámetro</p> <p style="text-align: center;">-Resultado de análisis de laboratorio</p> <p style="text-align: center;">-LMP y ECAs</p>

## ANEXO N° 2: PLANO DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO



## ANEXO N° 3: PRIMER RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO DE ACREDITACION INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-056**



### INFORME DE ENSAYO N° 216395 CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Domicilio Legal : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Solicitado por : EDGARDO ACEVEDO TORRES  
 Referencia : Cotización N° 3013-2021  
 Proyecto : MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS BARRIOS : COLCA, CARHUACAYAN, YANAYACU, RECUAY, CHASQUITAMBO Y TAMBO COLORADO, CENTRO POBLADO UNIÓN PORVENIR

Procedencia : Reservado por el cliente  
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Producto : Agua  
 Fecha de Recepción : 16/09/2021  
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021 al 11/10/2021  
 Fecha de Emisión : 11/10/2021

#### I. Resultados

Código de Laboratorio		216395-01		
Código del Cliente		CAP. LULICOCHA		
Fecha de Muestreo		15/09/2021		
Hora de Muestreo (h)		16:40		
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E:NO INDICA N:NO INDICA		
Tipo de Producto		Agua Superficial		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
<b>Laboratorio Físico Químico</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,2	0,5	<0,5
Amoniaco	mg NH3/L	0,009	0,021	<0,021
Cianuro Libre	mg CN-/L	0,0005	0,0010	<0,0010
Cianuro Total	mg CN-/L	0,001	0,004	<0,004
Color	UC	1,6	5,0	<5,0
Conductividad	µS/cm	NA	1,00	332,0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg BOD5/L	0,5	2,0	<2,0
Demanda Química de Oxígeno	mg O2/L	1,6	5,0	<5,0
Dureza Total	mg CaCO3/L	1,50	5,00	210,3
Fenoles	mg/L	0,0003	0,0010	<0,0010
Fosforo	mg P/L	0,003	0,010	<0,010
Oxígeno Disuelto (*)	mg/L	0,50	2,00	6,85

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "-" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "(z)" = Resolución cuantificable. "(y)" = Límite de Detección de Método.

": No analizado

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

## INFORME DE ENSAYO N° 216395 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio				216395-01
Código del Cliente				CAP. LULICOCHA
Fecha de Muestreo				15/09/2021
Hora de Muestreo (h)				16:40
Ubicación Geográfica (WGS 84)				E:NO INDICA N:NO INDICA
Tipo de Producto				Agua Superficial
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
pH (*)	Unidad de pH	NA	0,01	8,74
Sólidos Suspendidos Totales	mg STS/L	1	6	<6
Sólidos Totales Disueltos	mg STD/L	2	6	184
Turbidez	NTU	0,05	0,25	0,65
<b>Laboratorio Instrumental</b>				
Mercurio (CVAA - FIMS)	mg/L	0,00005	0,00010	<0,00010
<b>Metales Totales (ICP-AES)</b>				
Aluminio	mg/L	0,0077	0,0084	<0,0084
Antimonio	mg/L	0,0015	0,0050	<0,0050
Arsénico	mg/L	0,001	0,004	<0,004
Bario	mg/L	0,0004	0,0008	0,0112
Berilio	mg/L	0,0002	0,0003	<0,0003
Boro	mg/L	0,0012	0,0022	<0,0022
Cadmio	mg/L	0,00005	0,00020	<0,00020
Calcio	mg/L	0,0035	0,0050	9,000
Cerio	mg/L	0,0096	0,0224	<0,0224
Cobalto	mg/L	0,0007	0,0018	<0,0018
Cobre	mg/L	0,0005	0,0012	<0,0012
Cromo	mg/L	0,0023	0,0040	<0,0040
Estaño	mg/L	0,0026	0,0075	<0,0075
Estroncio	mg/L	0,0002	0,0004	0,1255
Fosforo	mg/L	0,0237	0,0420	<0,0420
Hierro	mg/L	0,0052	0,0064	0,0514
Litio	mg/L	0,0006	0,0010	<0,0010
Magnesio	mg/L	0,0107	0,0141	5,415
Manganeso	mg/L	0,0004	0,0005	0,0055
Molibdeno	mg/L	0,0018	0,0023	<0,0023
Niquel	mg/L	0,0015	0,0027	<0,0027
Plata	mg/L	0,0014	0,0027	<0,0027
Plomo	mg/L	0,0004	0,0010	<0,0010
Potasio	mg/L	0,0463	0,0977	1,018
Selenio	mg/L	0,001	0,004	<0,004
Silicio	mg/L	0,0051	0,0120	0,3021
Sodio	mg/L	0,0074	0,0127	2,408

Legenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "(z)"=Resolución cuantificable. "(y)" = Límite de Detección de Método.

\*\*- No analizado

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

## INFORME DE ENSAYO N° 216395 CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio		216395-01		
Código del Cliente		CAP. LULICOCHA		
Fecha de Muestreo		15/09/2021		
Hora de Muestreo (h)		16:40		
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E:NO INDICA N:NO INDICA		
Tipo de Producto		Agua Superficial		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
Talio	mg/L	0,0002	0,0006	<0,0006
Titanio	mg/L	0,0021	0,0026	<0,0026
Vanadio	mg/L	0,0005	0,0070	<0,0070
Zinc	mg/L	0,0009	0,0012	<0,0012

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "[z]"=Resolución cuantificable. "[y]" = Límite de Detección de Método.

\*\* No analizado

## INFORME DE ENSAYO N°216395 CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
<b>Laboratorio Físico Químico</b>		
Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23 rd Ed. 2017	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Amoniaco	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NH3 D, 23 rd Ed. 2017	Nitrogen (Ammonia). Ammonia-Selective Electrode Method
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN J 23rd Ed. 2021/ ASTM D7237-18 (Validado -Modificado)	Cyanide. Cyanogen Chloride. / Standard Test Method for Free Cyanide and Aquatic Free Cyanide with Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection.
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN- C, E, 23rd Ed. 2017	Cyanide Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23 rd Ed. 2017	Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method (Proposed)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B 23rd Ed. 2017	Conductivity. Laboratory Method.
Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. 2017	Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. 2017	Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method
Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 23 rd Ed. 2017	Hardness. EDTA Titrimetric Method
Fenoles	EPA SW-846, Method 9065, Rev. 0 , 1986	Phenolic (Spectrophotometric, Manual 4-AAP with distillation)
Fosforo	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (Item 5) y E, 23 rd Ed. 2017	Phosphorus. Ascorbic Acid Method
Oxígeno Disuelto (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 -O G, 23 rd 2017	Oxygen (Dissolved) Optical-Probe Method
pH (*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23 rd Ed. 2017	pH Value. Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23 rd Ed. 2017	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C

\*ASTM\* American Society for Testing Materials

\*EPA\* U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

\*SMEWW\* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

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

## INFORME DE ENSAYO N°216395 CON VALOR OFICIAL

TIPO DE ENSAYO	NORMAL REFERENCIA	TÍTULO
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017	Turbidity. Nephelometric Method.
<b>Laboratorio Instrumental</b>		
Mercurio (CVAA - FIMS)	EPA Method 245.1, Rev. 3, 1994	EPA 245.1, Determination of Mercury in Water by Cold Vapor Atomic Absorption Spectrometry Revision 3.0, 1994
Metales Totales (ICP-AES)	EPA Method 200.7 Rev.4 4 1994	Determination of Metals and Trace Elements in Water and Wastes by Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry

\*EPA\* U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

\*SMEWW\* Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

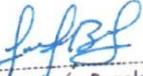
### III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

### IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPE-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPE-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo

  
Quim. Rocio Marcelo Ch.  
Supervisor de Laboratorio  
Inorgánico  
C.Q.P. 1415

  
Lizeth Huete Bazalar  
Supervisor de Laboratorio  
Fisicoquímico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo (tanto en digital como en físico) es de 4 años. El tiempo de permeabilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo [info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe)

**\*\*FIN DEL INFORME\*\***

## INFORME DE ENSAYO N° 216395-I CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Domicilio Legal : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Solicitado por : EDGARDO A. ACEVEDO TORRES  
 Referencia : **Cotización N° 3013-2021**  
 Proyecto : **MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS BARRIOS : COLCA, CARHUACAYAN , YANAYACU, RECUAY , CHASQUITAMBO Y TAMBO COLORADO, CENTRO POBLADO UNIÓN PROVENIR**  
 Procedencia : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Muestreo Realizado por : **EL CLIENTE**  
 Cantidad de Muestras : **1**  
 Producto : **AGUA**  
 Fecha de Recepción : **16/09/2021**  
 Fecha de Ensayo : **16/09/2021 al 11/10/2021**  
 Fecha de Emisión : **11/10/2021**

### I. Resultados

Código de Laboratorio	216395-01
Código del Cliente	CAP. LULICOCHA
Fecha de Muestreo	15/09/2021
Hora de Muestreo (h)	16:40
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA
Tipo de Producto	Agua Superficial

Tipo de Ensayo	Unidad	L.D.M.	L.C.M.	Resultados
<b>Laboratorio Físico Químico</b>				
Cloruros	mg/L	0,145	0,483	0,770
Fluoruros	mg/L	0,006	0,019	0,028
Nitratos	mg/L	0,008	0,028	0,750
Nitritos	mg/L	0,009	0,029	0,064
Sulfatos	mg/L	0,088	0,294	185,6

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. \*c\* = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. \*z\* = Resolución cuantificable. \*y\* = Límite de Detección de Método. \*n\* = No analizado

## INFORME DE ENSAYO N°216395-I CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Físico Químico		
Cloruros	EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999	Determination of inorganic anions by ion chromatography EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999
Fluoruros	EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999	Determination of inorganic anions by ion chromatography EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999
Nitratos	EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999	Determination of inorganic anions by ion chromatography EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999
Nitritos	EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999	Determination of inorganic anions by ion chromatography EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999
Sulfatos	EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999	Determination of inorganic anions by ion chromatography EPA Method 300.1 Revision 1.0, 1999

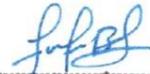
\*EPA\*: U. S. Environmental Protection Agency. Methods for Chemicals Analysis

### III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

### IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPE-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPE-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo



Lizeth Huete Bazalar  
Supervisor de Laboratorio  
Físicoquímico

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo [info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe)

**\*\*FIN DEL INFORME\*\***

## INFORME DE ENSAYO N° 216395-M CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Domicilio Legal : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Solicitado por : EDGARDO A. ACEVEDO TORRES  
 Referencia : Cotización N° 3013-2021  
 Proyecto : MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS BARRIOS : COLCA, CARHUACAYAN , YANAYACU, RECUAY , CHASQUITAMBO Y TAMBO COLORADO, CENTRO POBLADO UNIÓN PROVENIR  
 Procedencia : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Muestreo Realizado por : EL CLIENTE  
 Cantidad de Muestras : 1  
 Condición de Conservación : 5.3°C  
 Producto : AGUA  
 Fecha de Recepción : 16/09/2021  
 Fecha de Ensayo : 16/09/2021 al 11/10/2021  
 Fecha de Emisión : 11/10/2021

### I. Resultados

Código de Laboratorio	216395-01		
Código del Cliente	CAP. LULICOCHA		
Fecha de Muestreo	15/09/2021		
Hora de Muestreo (h)	16:40		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<b>Laboratorio Biológico</b>			
<i>Escherichia coli</i> (44.5 ± 0.2°C)	NMP/100mL	1,8	<1,80E+00
Fecal Coliform (44.5±0.2°C)	NMP/100mL	1,8	<1,80E+00

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "(z)"=Resolución cuantificable, "(y)" = Límite de Detección de Método, "-"= No analizado

## INFORME DE ENSAYO N°216395-M CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
Escherichia coli (44.5 ± 0.2°C)	SMEWW 9221 F/9221C 23rd Ed. 2017	Enumeration of E. coli by MPN method Procedure using Fluorogenic Substrate
Fecal Coliform (44.5±0.2°C)	SMEWW 9221E/9221C 23rd Ed. 2017	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure

\*SMEWW\* - Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

### III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

### IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPE-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPE-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo

  
Blga. Sissy Alvarez M.  
Jefe de Laboratorio Biológico  
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada según la cadena de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: [info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe)

**\*\*FIN DEL INFORME\*\***

## INFORME DE ENSAYO N° 216395-P CON VALOR OFICIAL

Razón Social : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Domicilio Legal : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Solicitado por : **EDGARDO A. ACEVEDO TORRES**  
 Referencia : **Cotización N° 3013-2021**  
 Proyecto : **MEJORAMIENTO, AMPLIACIÓN INTEGRAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LOS BARRIOS : COLCA, CARHUACAYAN , YANAYACU, RECUAY , CHASQUITAMBO Y TAMBO COLORADO, CENTRO POBLADO UNIÓN PROVENIR**  
 Procedencia : **RESERVADO POR EL CLIENTE**  
 Muestreo Realizado por : **EL CLIENTE**  
 Cantidad de Muestras : **1**  
 Condición de Conservación: : **5.3°C**  
 Producto : **AGUA**  
 Fecha de Recepción : **16/09/2021**  
 Fecha de Ensayo : **16/09/2021 al 11/10/2021**  
 Fecha de Emisión : **11/10/2021**

### I. Resultados

Código de Laboratorio	216395-01		
Código del Cliente	CAP. LULICOCHA		
Fecha de Muestreo	15/09/2021		
Hora de Muestreo (h)	16:40		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E:NO INDICA N:NO INDICA		
Tipo de Producto	Agua Superficial		
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<b>Laboratorio Biológico</b>			
<b>HELMINTOS EGGS</b>			
<b>Acantocéfalo</b>			
Género:			
<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<b>Céstodos</b>			
Género/Especie:			
<i>Diphylobothrium</i> sp.**	Huevos/L	1	<1
<i>Dyphylidium</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Huevos/L	1	<1
<i>Hymenolepis nana</i>	Huevos/L	1	<1
<i>Hymenolepis</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Taenia</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<b>Nemátodos</b>			
Familia/Género/Especie:			
<i>Ascaris</i> sp.	Huevos/L	1	<1

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "<1" = Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "(z)" = Resolución cuantificable. "(y)" = Límite de Detección de Método.

\*\* No analizado. "<1" = es equivalente a cero.

\*\*\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos indicados no han sido acreditados por el International Accreditation Service (IAS).

## INFORME DE ENSAYO N° 216395-P CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio		216395-01	
Código del Cliente		CAP. LULICOCHA	
Fecha de Muestreo		15/09/2021	
Hora de Muestreo (h)		16:40	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E:NO INDICA N:NO INDICA	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Uncinarias ( <i>Ancylostoma</i> , <i>Strongylus</i> , <i>Necator</i> )	Huevos/L	1	<1
<i>Capillaria</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Huevos/L	1	<1
<i>Strongyloides stercoralis</i> **	Huevos/L	1	<1
<i>Toxocara</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Trichostrongylus</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Trichuris</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<b>Tramátodos</b>			
Género/Especie:			
<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	1	<1
<i>Paragonimus</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<i>Schistosoma</i> sp.	Huevos/L	1	<1
<b>TOTAL</b>	Huevos/L	1	<1
<b>PARASITES AND PROTOZOARIES</b>			
<b>Acantocéfalo</b>			
Género:			
<i>Macracanthorhynchus</i> sp.**	Organismo/L	1	<1
<b>Céstodos</b>			
Género/Especie:			
<i>Hymenolepis nana</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Hymenolepis</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Dyphylidium</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Diphyllobothrium</i> sp.**	Organismo/L	1	<1
<i>Hymenolepis diminuta</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Taenia</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<b>Coccidia</b>			
Género/Especie:			
<i>Isospora</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<b>Nemátodos</b>			
Familia/Género/Especie:			
<i>Trichostrongylus</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Capillaria</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Enterobius vermicularis</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Strongyloides stercoralis</i> **	Organismo/L	1	<1
<i>Ascaris</i> sp.	Organismo/L	1	<1

LEYENDA: L.C.M. = Límite de cuantificación del método. L.D.M. = Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado. "(z)"=Resolución cuantificable, "(y)" = Límite de Detección de Método.

\*\* No analizado, "<1" = es equivalente a cero.

\*\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos indicados no han sido acreditados por el International Accreditation Service (IAS).

## INFORME DE ENSAYO N° 216395-P CON VALOR OFICIAL

Código de Laboratorio		216395-01	
Código del Cliente		CAP. LULICOCHA	
Fecha de Muestreo		15/09/2021	
Hora de Muestreo (h)		16:40	
Ubicación Geográfica (WGS 84)		E:NO INDICA N:NO INDICA	
Tipo de Producto		Agua Superficial	
Tipo de Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
<i>Toxocara</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Trichuris</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Ancilostomídeos (Ancylostoma, Necator)</i>	Organismo/L	1	<1
<b>Protozoarios - Amebas y Flagelados</b>			
Género/Especie:			
<i>Acanthamoeba</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Blastocystis hominis</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Chilomastix</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Iodamoeba</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Balantidium coli</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Giardia</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Entamoeba coli</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Entamoeba histolytica</i>	Organismo/L	1	<1
<i>Endolimax nana</i>	Organismo/L	1	<1
<b>Trématodos</b>			
Género/Especie:			
<i>Schistosoma</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Paragonimus</i> sp.	Organismo/L	1	<1
<i>Fasciola hepatica</i>	Organismo/L	1	<1
<b>TOTAL</b>	Organismo/L	1	<1

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método; L.D.M. = Límite de detección del método. "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado, "[z]"=Resolución cuantificable, "[y]" = Límite de Detección de Método.

": No analizado, "<1" = es equivalente a cero.

\*\* Los resultados obtenidos corresponden a métodos indicados no han sido acreditados por el International Accreditation Service (IAS)

## INFORME DE ENSAYO N°216395-P CON VALOR OFICIAL

### II. Métodos y Referencias

Tipo de Ensayo	Norma Referencia	Título
Laboratorio Biológico		
HELMINTOS EGGS	Modified Baillenger Method	Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. Rachel M. Ayres & D. Duncan Mara. World Health Organization. 1996.
PARASITES AND PROTOZOARIES	Modified Baillenger Method	Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques. Rachel M. Ayres & D. Duncan Mara. World Health Organization. 1996.

### III. Observaciones

Los Resultados se aplican a la muestra cómo se recibió

### IV. Procedimiento de Muestreo

- PM-OPE-01 Requisitos generales de muestreo
- PM-OPE-02 Transporte, almacenamiento y mantenimiento de equipos
- PM-OPE-04 Muestreo de Aguas
- PM-OPE-11 Aseguramiento y Control de Calidad en el Muestreo

  
Bga. Sissy Alvarez M.  
Jefe de Laboratorio Biológico  
C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada según la cartilla de custodia correspondiente. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto. El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio. El tiempo de custodia del informe de ensayo, tanto en digital como en físico es de 4 años. El tiempo de prescripción de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C. Los resultados se relacionan solamente con los ítems de ensayo, bajo las condiciones de las muestras como se recibieron. Para verificar la autenticidad del presente informe de ensayo solicitar información al correo: [info@envirotest.com.pe](mailto:info@envirotest.com.pe)

**\*\*FIN DEL INFORME\*\***

## ANEXO N° 4: SEGUNDO RESULTADO DE ANALISIS DE AGUA



**Environmental Quality Analytical Services S.A.**  
Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental

TESTING LABORATORY  
ACCREDITED  
BY INTERNATIONAL  
ACCREDITATION  
SERVICE, INC.  
CERTIFICATE: TL-1011



LABORATORIO DE ENSAYO  
ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE  
ACREDITACIÓN INACAL-DA CON  
REGISTRO N° LE - 030



### INFORME DE ENSAYO N° A1363/22

**Solicitante** : HUAMÁN CÓRDOVA ANGELA SHERLEY  
**Dirección** : Caserío Oxapampa S/N - Ninacaca  
**Procedencia** : EFLUENTE DE LA LAGUNA LULICOGCHA  
Distrito: Ninacaca - Provincia: Pasco - Departamento: Pasco  
**Matriz de la Muestra** : Agua Para Uso y Consumo Humano  
**Fecha de Muestreo** : 17 - Junio - 2022  
**Responsable del Muestreo** : Personal Técnico - Empresa Solicitante.  
**Fecha y Hora de Recepción** : 18 - Junio - 2 022 / 07:23 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 18 al 25 - Junio - 2 022

Código Interno: L1363/22

PARÁMETROS	1363 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	ELL - 001 <sup>(b)</sup> (12:30 h)		
<b>Microbiológicos</b>			
Coliformes Totales	2,2	NMP/100 mL	APHA 9221 B
Coliformes Termotolerantes	< 1,1	NMP/100 mL	APHA 9221 E (Ítem 1)
Escherichia Coli	< 1,1	NMP/100 mL	APHA 9221 G (Ítem 2)
Recuento de Heterótrofos en Placa <sup>(1)</sup>	20	UFC/mL	APHA 9215 B
<b>Parasitológicos</b>			
Huevos de Helmintos	< 1	Huevo/L	The modified Baillenger method (-)
<b>Hidrobiológicos</b>			
<b>Organismos de Vida Libre</b>			
Algas	136	Organismos/L	APHA 10900 A, B (*)
Copépodos	< 1		
Nemátodos	< 1		
Protozoarios	< 1		
Rotíferos	< 1		
Total	136		

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

**REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-**

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- ANALYSIS OF WASTEWATER FOR USE IN AGRICULTURE: A LABORATORY MANUAL OF PARASITOLOGICAL AND BACTERIOLOGICAL TECHNIQUE – OMS 1996.
- (-) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

**ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-**

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

**OBSERVACIONES.-**

- <sup>(1)</sup> La temperatura y el tiempo de incubación es 35°C/48 h, y el medio de cultivo es plate count agar (PCA).
- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Lima, 25 de Junio de 2 022.

**EQUAS S.A.**  
  
Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.

Código: F01-P.DIR.04  
Revisión: 01  
Fecha: 12-11-2 021

Dirección de Laboratorio: Mz. I Lote 74, Urb. Naranjito – Puente Piedra, alt. del Km.28,5 de la Pan. Norte  
Teléfonos: 548-4976 / 349-4050 e\_mail: info@equas.com.pe

Página 2 de 3



## INFORME DE ENSAYO N° A1363/22

**Solicitante** : HUAMÁN CÓRDOVA ANGELA SHERLEY  
**Dirección** : Caserío Oxapampa S/N - Ninacaca  
**Procedencia** : EFLUENTE DE LA LAGUNA LULICUCHA  
Distrito: Ninacaca - Provincia: Pasco - Departamento: Pasco  
**Matriz de la Muestra** : Agua Para Uso y Consumo Humano  
Fecha de Muestreo : 17 - Junio - 2022  
Responsable del Muestreo : Personal Técnico - Empresa Solicitante.  
Fecha y Hora de Recepción : 18 - Junio - 2 022 / 07:23 h  
Fecha de Ejecución del Ensayo : 18 al 25 - Junio - 2 022

Código Interno: L1363/22

PARÁMETROS	1363 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	METODOS DE ENSAYO
	ELL - 001 <sup>(b)</sup> (12:30 h)		
Amoniaco	< 0,01	mg NH <sub>3</sub> -N/L	APHA 4500 NH <sub>3</sub> D (-)
Boro (B)	< 0,02	mg B/L	APHA 4500-B C
Cianuro Total	< 0,005	mg CN <sup>-</sup> /L	APHA 4500-CN <sup>-</sup> C,E
Clorato	< 0,10	mg/L	APHA 4500 ClO <sub>2</sub> E (*)
Clorito	< 0,10	mg/L	APHA 4500 ClO <sub>3</sub> E (*)
Cloro Residual	< 0,10	mg/L	APHA 4500-Cl G (***) (*)
Cloruros	1	mg Cl <sup>-</sup> /L	APHA 4500-Cl C
Color Verdadero	10	UC	APHA 2120 C
Conductividad Eléctrica	302,40	µmho/cm	APHA 2510 B (*)
Dureza Total	179	mg CaCO <sub>3</sub> /L	APHA 2340 C
Flúor	0,392	mg F <sup>-</sup> /L	APHA 4500-F D (*)
Nitratos	0,458	mg N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L	APHA 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> B
Nitritos	< 0,003	mg N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> /L	EPA 354.1
Sólidos Totales Disueltos	146	mg/L	APHA 2540 C (*)
Sulfatos	15	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /L	APHA 4500-SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> E
Turbidez	0,54	NTU	APHA 2130 B
pH	8,60	Unidad de pH	APHA 4500-H <sup>+</sup> B (***) (*)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

### REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS. -

- STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, EPA 354.1, 1971
- (-) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.
- (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

### ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA. -

- (\*\*\*) Los resultados de Cloro Residual y pH son referenciales, porque no cumplen con los requisitos de control de calidad. Se efectuaron los análisis a solicitud del cliente.

### ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

Lima, 25 de Junio de 2 022.

**EQUAS S.A.**

Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.



## INFORME DE ENSAYO N° A1363/22

**Solicitante** : HUAMÁN CÓRDOVA ANGELA SHERLEY  
**Dirección** : Caserío Oxapampa S/N - Ninacaca  
**Procedencia** : EFLUENTE DE LA LAGUNA LULICOCHA  
Distrito: Ninacaca - Provincia: Pasco - Departamento: Pasco  
**Matriz de la Muestra** : Agua Para Uso y Consumo Humano  
**Fecha de Muestreo** : 17 - Junio - 2022  
**Responsable del Muestreo** : Personal Técnico - Empresa Solicitante.  
**Fecha y Hora de Recepción** : 18 - Junio - 2 022 / 07:23 h  
**Fecha de Ejecución del Ensayo** : 18 al 25 - Junio - 2 022

Código Interno: L1363/22

PARÁMETROS	1363 - 1 <sup>(a)</sup>	Expresado en:	MÉTODOS DE ENSAYO
	ELL - 001 <sup>(b)</sup> (12:30 h)		
<b>Metales Totales</b>			
Aluminio (Al)	< 0,148	mg/L	APHA 3111 D
Antimonio (Sb)	< 0,0005	mg/L	EPA 7062 (~)
Arsénico (As)	0,001	mg/L	APHA 3114 C
Bario (Ba)	< 0,19	mg/L	APHA 3111 D
Cadmio (Cd)	< 0,003	mg/L	APHA 3111 B
Cobre (Cu)	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B (~)
Cromo (Cr)	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B
Hierro (Fe)	0,014	mg/L	APHA 3111 B (~)
Manganeso (Mn)	< 0,005	mg/L	APHA 3111 B
Mercurio (Hg)	< 0,0002	mg/L	APHA 3112 B
Molibdeno (Mo)	< 0,051	mg/L	APHA 3111 D (~)
Níquel (Ni)	< 0,011	mg/L	APHA 3111 B
Plomo (Pb)	< 0,010	mg/L	APHA 3111 B (~)
Selenio (Se)	< 0,001	mg/L	APHA 3114 C
Sodio (Na)	0,993	mg/L	APHA 3111 B
Uranio (U)	< 0,001	mg/L	APHA 7500 U (*)
Zinc (Zn)	< 0,006	mg/L	APHA 3111 B (~)

<sup>(a)</sup> Código de Laboratorio

<sup>(b)</sup> Código del Solicitante y hora de muestreo

### REFERENCIA DE MÉTODOS ANALÍTICOS.-

- Standar Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 23 rd Ed. APHA, AWWA WEF, 2017.
- EPA Method 7062, 1994, Antimony And Arsenic (Atomic Absorption, Borohydride Reduction)
- (~) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que han sido acreditados por el IAS, TL-1011.
- (\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

### ESTADO Y CONDICIÓN DE LA MUESTRA.-

- La muestra cumple con los requisitos de calidad para ser analizada.

### OBSERVACIONES.-

- Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

Lima, 25 de Junio de 2 022.

**EQUAS S.A.**

*[Signature]*  
Ing. Eusebio Víctor Córdor Evaristo  
Gerente General



Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización del Gerente General – EQUAS S.A.

Los resultados obtenidos se refieren solamente a las muestras ensayadas.

Los resultados de los ensayos obtenidos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

El laboratorio mantendrá en custodia por 30 días, la muestra dirimente para los ensayos de metales, la solicitud de dirimencia ante la comisión debe realizarse diez días útiles antes de su vencimiento.



**ANEXO N° 6: DS N°031-2010-SA Reglamento de Calidad de agua para Consumo Humano**

**ANEXO I  
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. <i>E. Coli</i>	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

**ANEXO II**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE**  
**CALIDAD ORGANOLÉPTICA**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

**ANEXO III**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE  
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS**

<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

## ANEXO N° 8: DS N°004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental

### Categoría 1: Poblacional y Recreacional

#### Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizados con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	µS/cm	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fosfato Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Metales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de metales flotantes de origen antrópico	Ausencia de metales flotantes de origen antrópico	Ausencia de metales flotantes de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )(c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )(d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco-N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥6	≥5	≥4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes totales	NMP/100 ml	50	**	**

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2000	20000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estudios evolutivos)(f)	N° Organismos/L	0	<5x10 <sup>4</sup>	<5x10 <sup>4</sup>