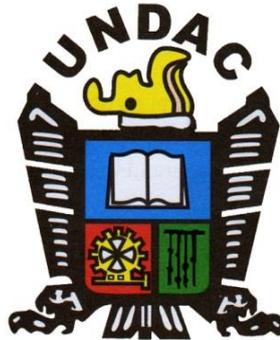


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la  
laguna de Punrun- provincia de Pasco-2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Corelia Estefani SALAZAR RAMIREZ**

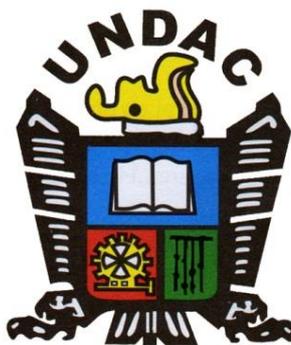
**Asesor: Mg. Lucio ROJAS VITOR**

**Cerro de Pasco - Perú - 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de  
Punrun- provincia de Pasco-2019**

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

---

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN

**PRESIDENTE**

---

Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA

**MIEMBRO**

---

Mg. David Johnny CUYUBAMBA ZEVALLOS

**MIEMBRO**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme vida, salud y ser mi guía.*

*A mis padres Cirilo y Yolanda por su amor, apoyo y sacrificio, que me ha permitido llegar a cumplir un objetivo más, gracias por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía.*

*A mi hijo Adrián por ser mi motivación para superarme cada día. Aún a su corta edad me ha enseñado y me sigue enseñando muchas cosas en esta vida.*

## RESUMEN

El agua es fundamental para el desarrollo de la vida humana, por consiguiente, su calidad también lo es. Con la finalidad de conocer la situación actual de la calidad del agua de la laguna de Punrun, se hizo este trabajo de investigación. Mediante la toma de medidas in situ con un multiparámetro HANNA HI 98194, se determinó el pH, conductividad, OD, en los puntos P-1, P-2 y P-3 obteniéndose resultados de 7,74pH, 7,59pH y 7,78pH;  $225 \mu S/cm$ ,  $222 \mu S/cm$  y  $407 \mu S/cm$  1,61ppm; 2,69ppm y 2,69ppm respectivamente que están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua de consumo humano, luego se tomaron muestras en los tres puntos mencionados en frascos etiquetados y enjuagados con la misma agua de muestra y trasladados al laboratorio conforme indica la norma , para su respectivo análisis físico-químico, cuyos resultados se muestran en los anexos A, B, C, D, E, F con los cuales fue posible determinar las condiciones de calidad del agua, relacionando los resultados con los ECA. Los resultados permitieron concluir que el agua de la laguna de Punrun si es apta para consumo humano.

**Palabras clave:** agua para consumo humano, ECA, Calidad del agua

## ABSTRACT

Water is essential for the development of human life, therefore, its quality aswell. This research work was done in order to know the current situation of the water quality of the Punrun lagoon. Through the taking of measurements with an HANNA HI 98194 multiparameter, the pH, conductivity, OD were determined at points P-1, P-2 and P-3, obtaining results of 7.74pH, 7.59pH and 7.78pH ;  $225 \mu S/cm$  ,  $222 \mu S/cm$  ,  $407 \mu S/cm$  , and 1,61ppm; 2,69ppm and 2,69ppm respectively, which are within the Environmental Quality Standards for human consumption water, then samples were taken at the mentioned three points in labeled bottles, rinsed with the same sample water and transferred to the laboratory as indicated by the standard, for their respective physical-chemical analysis, the results of which are shown in annexes A, B, C, D, E, F with which it was possible to determine the water quality conditions, relating the results to the RCTs. The results allowed us to conclude that the water in the Punrun lagoon is suitable for human consumption.

**Keywords:** water for human consumption, RCT, Water quality

## INTRODUCCIÓN

El agua es de vital importancia para el consumo humano por lo que debe cumplir con los estándares de calidad ambiental. Por consiguiente, el agua no debe de presentar riesgo alguno que pueda causar enfermedades.

El agua es un factor importante que puede convertirse en un medio para contraer diversas enfermedades, especialmente en niños y ancianos.

El Perú es un país mega diverso que cuenta con tres regiones geográficas (la costa, la sierra y la 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 las faltas de sistemas de saneamiento básico ocasionan enfermedades infecciosas gastrointestinales que ocupan el segundo lugar que alcanzo el 26.48% (OMS, 2006).

Por lo que fue necesario realizar la investigación de la Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la laguna de Punrun, ubicada en la provincia de Pasco distrito de Tinyahuarco, a través de los análisis físicos químicos y parámetros inorgánicos de las muestras obtenidas

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	

### CAPITULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema .....	1
1.2. Delimitación de la investigación .....	4
1.3. Formulación del problema .....	5
1.3.1 Problema general .....	5
1.3.2 Problema específico .....	5
1.4. Formulación de objetivos .....	5
1.4.1 Objetivo general .....	5
1.4.2 Objetivo específico .....	5
1.5. Justificación de la investigación .....	5
1.6. Importancia y alcances de la investigación .....	6
1.7. Limitaciones de la investigación .....	7

### CAPITULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio .....	8
2.2. Marco legal .....	17
2.2.1. Ley N° 26821 “Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales” .....	17
2.2.2 Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” .....	17
2.2.3. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (D.S. N°031-2010-SA) .....	18
2.2.4. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM .....	21
2.3. Bases teóricas – científicas .....	21
2.4. Definición de términos básicos .....	24
2.4.1. Aguas residuales minero metalúrgicas: .....	24
2.4.2 Pasivo ambiental minero: .....	24
2.4.3 Vanadio: .....	24
2.4.4 Consecuencias de la contaminación del agua: .....	25

2.4.5	Importancia de la calidad del agua:	26
2.4.6	Aguas superficiales:	27
2.4.7.	Color:	28
2.4.8	Olor y sabor:	28
2.4.9	Temperatura:	28
2.4.10	Turbiedad:	28
2.4.11.	Sólidos totales disueltos:	29
2.4.12.	Dureza:	29
2.4.13.	Dureza total:	29
2.4.14.	Conductividad:	29
2.4.15	Alcalinidad:	30
2.4.16.	pH:	30
2.4.17.	Cloruros:	30
2.4.18.	Nitratos:	30
2.4.19.	Nitritos:	31
2.4.20	Sulfatos:	31
2.4.21.	DBO <sub>5</sub> :	31
2.4.22.	Oxígeno Disuelto (OD):	32
2.5.	Formulación de hipótesis	32
2.5.1.	Hipótesis general	32
2.5.2.	Hipótesis específicas	32
2.6.	Identificación de variables	32
2.6.1.	Variable	32
2.7.	Definición operacional de variables e indicadores	32

### **CAPITULO III**

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

3.1.	Tipo de investigación	34
3.2.	Métodos de investigación	34
3.3.	Diseño de la investigación	34
3.4.	Población y muestra	35
3.4.1	Población	35
3.4.2	Muestra	35
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
3.5.1.	Técnicas de recolección de muestras de agua:	35

3.5.2. Técnicas de laboratorio.....	36
3.6.Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.7.Tratamiento estadístico.....	37
3.8.Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	37
3.9.Orientación ética .....	37

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.Descripción del trabajo de campo.....	38
4.1.1Ubicación: .....	38
4.1.2. Límites: .....	39
4.2.Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	41
4.2.1. Resultados físico-químicos obtenidos in situ con el multiparámetro HANNA HI 98194 .....	41
4.3.Prueba de hipótesis .....	64
4.4.Discusión de resultados.....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Identificación y determinación del problema**

La calidad del agua determina el normal desarrollo de los organismos vivos que dependen de ella, cuando el agua para consumo humano no cumple con las condiciones establecidas, tiene un efecto en la misma calidad de vida de sus habitantes, un efecto en el desarrollo económico, social y ambiental de la misma comunidad que la consume. Los efectos económicos y la competitividad de una población o un municipio se ven afectados cuando sus habitantes no disponen de un adecuado suministro de agua potable, la morbilidad y la mortalidad de sus habitantes se incrementan día a día, el costo de sanar las personas enfermas, las incapacidades generadas y la muerte de sus habitantes, no permiten ser competitivos en un mundo cada vez más globalizado y estandarizado, donde las exigencias para consumir productos generados en esas comunidades empiezan por la calidad del agua utilizada para su proceso.

Es importante mencionar que las enfermedades relacionadas con el uso del agua incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas presentes en el agua potable; enfermedades como la esquistosomiasis, que tiene parte de su ciclo de vida en el agua; la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua; el ahogamiento y otros daños, y enfermedades como la legionelosis transmitida por aerosoles que contienen microorganismos (OMS, 2015). Según la Organización de las Naciones Unidas, cerca de la mitad de los habitantes de los países en vías de desarrollo sufren problemas de salud provocados por unos deficientes servicios de agua y saneamiento. Juntos, el agua sucia y un saneamiento deficiente, son la segunda mayor causa de muerte infantil en el mundo.

En Colombia para el año 2013, según el Instituto Nacional de Salud, en su informe Estado de la Vigilancia de la Calidad del Agua para Consumo humano 2013, cerca del 66,6 % de la población consumió agua potable, que, considerando además el suministro de agua segura, amplía el margen a un 78.33 % de habitantes que, en términos generales, se sirvieron de agua por acueducto o tubería que no representaba peligro para la salud. Hay un amplio porcentaje con 21.7 % de población que son afectados en su diario vivir al consumir agua escasa en tratamiento o protección y agua cruda usada directamente de las fuentes, con posibles eventos de morbilidad por abastecimientos de fuentes no mejoradas.

La calidad del agua no es el único problema; también es importante que la población tenga acceso a una cantidad mínima de agua potable al día. En promedio una persona debe consumir entre 2 y 4 litros de líquido al día dependiendo, de lo contrario se pueden presentar algunos problemas de

salud. Por esto es importante que el servicio del acueducto no sólo tenga una cobertura universal, sino que sea continuo (Unicef, 2006).

Según la Organización Mundial de la Salud en todo el mundo se producen unos 1.700 millones de casos de enfermedades diarreicas cada año, matando a 760.000 niños menores de cinco años cada año. Una proporción significativa de las enfermedades diarreicas se puede prevenir mediante el acceso al agua potable y a servicios adecuados de saneamiento e higiene.

En el Perú, por su naturaleza mineralógica debido a la presencia del sistema montañoso de los Andes y por su economía dependiente de la actividad extractiva de minerales, se generan condiciones para la dispersión de contaminantes químicos, especialmente metales, que alcanza incluso al agua de consumo humano, determinando una exposición generalizada de la población a un riesgo crónico que ya empieza a ser inmanejable. La contaminación de las cuencas expone a las personas, al cadmio en la parte norte del Perú, al plomo en la central y al arsénico en el sur. El tratamiento fisicoquímico es cada vez más costoso para las empresas de agua potable. En ese contexto, los conflictos socio ambientales tienen la presencia de metales pesados en sangre, una evidencia suficiente para generar climas adversos para la economía y retraso en las inversiones, resultando en un círculo vicioso difícil de resolver. El análisis de las dos causas: naturaleza mineralógica y extracción minera, debe profundizarse para lograr una adecuada solución que priorice la salud de las personas.

La laguna de Punrun una de las más grandes e importante de la región Pasco no escapa de la contaminación por relaves mineros, generados por la explotación del vanadio halla por los años de 1889 por la minera Ragra y posteriormente a partir de 1905 por la compañía minera Vanadium Company de Pittsburgh (*EE.UU.*).

Actualmente, en el paraje de Jumasha están los pasivos mineros, que ocupa una extensión aproximada de 8.88 Has. Los mismos que fueron registrados en el Ministerio de Energía y Minas MINEM en el año 2019; tal como puede apreciarse en la relación de Pasivos Ambientales Mineros del Departamento de Pasco. Así mismo la Autoridad Nacional de Agua (ANA) ha otorgado a una empresa minera del distrito de Tinyahuarco una licencia de uso de agua del 50 % del volumen de oferta que actualmente tiene la laguna

El objetivo general de esta investigación es evaluar la calidad de agua como fuente de consumo humano, de la laguna de Punrun en el departamento de Pasco.

## **1.2 Delimitación de la investigación**

**Delimitación temporal.** La investigación se inició el mes de abril del 2019 y duró hasta noviembre del 2019.

**Delimitación de unidad de estudio.** Muestras de agua tomadas en tres puntos de monitoreo en el sector de Jumasha, bocatoma de aguade la mina el Brocal y en Ucrucancha.

**Delimitación teórica.** En el desarrollo de esta investigación se ha considerado la contaminación química, mineralógica que puedan causar trastornos estomacales.

**Delimitación conceptual.** Los conceptos desarrollados en la investigación son el análisis físico- químico de las aguas de la laguna de Punrun.

### **1.3 Formulación del problema**

#### **1.3.1 Problema general**

¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en la laguna de Punrun - provincia de Pasco 2019?

#### **1.3.2 Problema específico**

¿Los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Punrun están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (CA) para consumo humano?

### **1.4 Formulación de objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Determinar la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun-Provincia de Pasco-2019”

#### **1.4.2 Objetivo específico**

Determinar si los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Punrun o está dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA) para consumo humano.

### **1.5 Justificación de la investigación**

La contaminación del agua es uno de los problemas más álgidos en nuestro planeta y esto hace que el agua para el consumo humano sea cada vez más restringida. En el Perú la mayoría de ríos y lagunas están contaminadas por desechos de la industria minera y la laguna de Punrun no es la excepción que hasta la actualidad existen en el paraje de

Jumasha pasivos mineros por la explotación del Vanadio que no han sido cerrados.

En la actualidad la laguna de Punrun es uno de los más importantes de la sierra central que en el futuro puede convertirse en el principal abastecedor de agua para la ciudad capital; por tal motivo el objetivo de esta investigación es evaluar la calidad de agua de la laguna de Punrun en el departamento de Pasco como fuente de consumo humano.

### **1.6 Importancia y alcances de la investigación**

La laguna Punrun posee gran importancia para el futuro desarrollo de agua de calidad para el consumo humano; la misma que será de valor económico, actividades pecuarias, turismo, y conservación de ecosistemas, entre otros. En la actualidad las aguas de la laguna Punrun están siendo usadas en las actividades pecuarias por una empresa extranjera, la cual puede llevar a una limitación de los recursos de agua dulce. Las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible de este recurso hídrico. El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación minera influye sobre el uso de las aguas, amenazando la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la buena disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad. Cada vez por lo general, la calidad del agua es más baja, lo que puede contribuir a transmitir gran cantidad de enfermedades diarreicas agudas (EDA) (Otero 2002). Estas constituyen uno de los principales problemas de salud en la población infantil por que representan la primera causa de muerte en niños de 1 a 5 años de edad, en quienes ocasionan 3,2 millones de defunciones anuales en el mundo

(Prieto et al. 1997). En un estudio realizado por la organización Panamericana de la Salud en 1984, se determinó que aproximadamente 75% de los sistemas de aguas locales y municipales en América Latina estaban mal desinfectados o carecían de sistemas de desinfección.

Cabe destacar que el estudio de la evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun, determinó cuan afectada está en referencia a los estándares de calidad (ECA).

En cuanto a los alcances, con este trabajo se pretende determinar la calidad del agua de la laguna de Punrun para el consumo humano.

### **1.7 Limitaciones de la investigación**

No contar con los recursos necesarios para hacer un trabajo con mayor profundidad y amplitud.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

**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**

**Año: 2019**

**Autor:** INOCENTE CHACON, Josmel Ronal

#### **RESUMEN**

Evaluando los parámetros la calidad de agua determinamos como se encuentra el recurso hídrico en la actualidad. La laguna de Punrun merece una especial atención porque dentro de 20 años la población pasqueña será de 56 959 habitantes que es hoy a 85 438 habitantes con un consumo de 49,44 l/s con un consumo de 50 L/hab. día como lo recomienda la

Organización Mundial de la Salud. Considerando el destino de las aguas hacia la ciudad de Cerro de Pasco, la Clasificación de la laguna de Punrun se catalogan como de categoría 1 y clase A2 o sea aguas que pueden tratarse por vía convencional con unidades de aireación, sedimentación y cloración; aunque si es destinada para pequeñas poblaciones es suficiente considerarlas como aguas de categoría 1 y clase A1 según los resultados obtenidos con los análisis y contrastando con los datos por los Estándares de Calidad Ambiental, D.S. 004-2017-MINAM. Los análisis físico-químicos y microbiológicos realizados tanto en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, así como en Diresa-Pasco determinan bajos valores de componentes minerales y microbiológicos de tal manera que se recomienda su potabilización. El aspecto técnico de bombeo podría contemplarse a medida como se desarrolla el proyecto de potabilización. El presente estudio se llevó a cabo durante todo el año 2018 tomando muestras cada mes.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO, EN LA CABECERA MUNICIPAL DE RIOSUCIO DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ-COLOMBIA**

**Año: 2016**

**Autor:** Ana Tomasa Valencia Cuesta

### **RESUMEN**

El agua es fundamental para el desarrollo de la vida humana, por consiguiente, su calidad también lo es. El agua de mala calidad o contaminada puede traer graves problemas de salud pública a la población que la utiliza, incrementando la morbilidad y mortalidad de una región. Con

la finalidad de conocer la situación actual de la calidad del agua en el municipio de Riosucio en el departamento del Chocó-Colombia, se llevó a cabo esta investigación. Mediante la recolección de dos muestras en la fuente de captación, en la manguera de conducción hasta la vivienda y en los tanques de almacenamiento domiciliario y su respectivo análisis físico, químico y microbiológico, fue posible determinar las condiciones de calidad del agua, relacionando los resultados con las cifras de mortalidad y morbilidad del municipio. Los resultados permitieron corroborar que el agua del municipio de Riosucio no es apta para consumo humano, en los tres puntos donde fueron tomadas las muestras de agua: fuente de captación, manguera de conducción y tanques de almacenamiento, el índice de riesgo para la calidad de agua de consumo (IRCA) determinado según la resolución 2115 de 2007 fue muy alto, siendo este de 93.4, 93.1 y 89.1% respectivamente. Además, se encontraron altos contenidos de coliformes totales y fecales, lo cual, posiblemente ha traído como consecuencia numerosos casos de morbilidad, principalmente en Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA) con 71 casos, es decir, un 43% del total registrado durante los diez primeros meses del año 2016. Esta investigación permitió vislumbrar el estado actual de la calidad de agua en este municipio, sin embargo, es necesario continuar con el desarrollo de estudios científicos que permitan generar aún más información. Por otra parte, es primordial el compromiso de las entidades territoriales en la gestión de recursos para la implementación y construcción de un acueducto y alcantarillado, así como, en la generación de programas educativos de capacitación, en materia de manejo de enfermedades,

manejo de residuos y mantenimiento de mangueras y tanques de almacenamiento.

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA LAGUNA DE YURIRIA, GUANAJUATO, MÉXICO, MEDIANTE TÉCNICAS MULTIVARIADAS: UN ANÁLISIS DE VALORACIÓN PARA DOS ÉPOCAS 2005, 2009-2010**

**Autor:** Tania ESPINAL CARREÓN, Jacinto Elías SEDEÑO DÍAZ y Eugenia LÓPEZ LÓPEZ

**RESUMEN**

El estudio de la calidad del agua requiere del uso de herramientas estadísticas que faciliten la interpretación y toma de decisiones. Los índices de calidad del agua (ICA) se han promovido con el objeto de coadyuvar en la comunicación de reportes de la condición del agua a la sociedad, mientras que las técnicas multivariadas, como el análisis de discriminantes (AD) son herramientas que permiten el análisis de un gran número de muestras y factores que ayudan en la identificación de fuentes de contaminación que afectan la calidad de agua y ofrecen un instrumento valioso y fiable para la gestión de los recursos hídricos. El presente estudio es resultado de valoraciones de las características físicas y químicas del agua correspondientes a dos periodos (2005 y 2009-2010), y cuyo objetivo es comparar las condiciones del agua de la Laguna de Yuriria antes y después de las acciones tomadas para su restauración; para ello, se analizaron 21 parámetros físicos y químicos del agua mediante técnicas estadísticas incluyendo un ICA y el AD para determinar la variación espacial y temporal de las características del agua. Los resultados revelan

que la laguna presenta un alto grado de eutrofización, con aportes de materia orgánica y fecal; se encontraron variaciones temporales en la calidad del agua que manifiestan los efectos de las estaciones de estiaje y la de lluvias. Se detectó una sequía extrema en el segundo período de estudio, lo que contribuyó a la concentración de los nutrientes y otros factores como los sólidos suspendidos que aportan los tributarios. Se observó que el canal La Cinta aporta aguas de muy mala calidad y que la existencia de poblados litorales representa un factor determinante en la variación espacial de las características del agua. No se observó una recuperación en la calidad del agua para el segundo periodo de estudio. El impacto de la sequía puede enmascarar los efectos de las estrategias, acciones y medidas tomadas para la preservación y restauración de la Laguna de Yuriria, por lo que se sugieren diferentes acciones de manejo a nivel de cuenca que permitan una recuperación más rápida del ambiente acuático.

## **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PERCEPCIÓN LOCAL DE LAS TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA SU DESINFECCIÓN A ESCALA DOMICILIARIA, EN LA MICROCUENCA EL LIMÓN, SAN JERÓNIMO, HONDURAS**

**Año: 2005**

**Autor:** Mario René MEJÍA CLARA

### **RESUMEN**

Palabras clave: calidad de agua, coliformes fecales, sistemas de agua, tecnologías de desinfección de agua, contaminación, manejo de agua.

El estudio se realizó en la microcuenca El Limón, ubicada en la subcuenca del Río Copán, Honduras, en el período de enero a julio de 2005, con el objetivo de hacer un análisis socio ambiental de la calidad del agua para consumo humano, y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para desinfección de agua. Se hicieron análisis de laboratorio de las principales fuentes de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua. Se obtuvo una recopilación del conocimiento local del uso y manejo del agua mediante una metodología participativa, información que llevó al planteamiento de alternativas y acciones sostenibles para mantener la calidad del agua para consumo dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Nacional. La información secundaria fue recopilada a través de los actores clave y de las diferentes instituciones vinculadas a la administración del recurso en la microcuenca. La información de campo se obtuvo mediante recorridos por los cauces de las principales quebradas, aplicación de encuestas a los pobladores y usuarios del agua de la microcuenca, y talleres participativos donde se analizaron los diferentes procesos que se están desarrollando en la microcuenca y que contribuyen a la contaminación del agua. Se referenciaron las obras de captación y se practicaron aforos en las mismas. Para el análisis de la información obtenida en la fase de campo se utilizaron los programas Infostat y Arview.

Los resultados mostraron que la oferta es mayor a la demanda, y la disponibilidad está en su límite máximo ya que el recurso no se está utilizando de manera sostenible. La calidad del agua se ve afectada por la turbidez y sedimentación en la parte física, y por contaminación biológica

con coliformes fecales. Los usuarios muestran poca aceptación al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida. El análisis de riesgo practicado al acueducto principal muestra un riesgo medio en la mayoría de sus componentes, y las principales deficiencias del sistema de abastecimiento.

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y PROPUESTA DE ALTERNATIVAS TENDIENTES A SU MEJORA, EN LA COMUNIDAD DE 4 MILLAS DE MATINA, LIMÓN**

**Año:** 2016

**Autora:** HERNÁNDEZ VÍQUEZ, Claudia

### **RESUMEN:**

Se realizó un diagnóstico de las fuentes de agua para consumo humano utilizadas en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, con el fin de generar una propuesta de alternativas tendiente a mejorar la calidad del agua que se consume. En 4 Millas, estas fuentes equivalen a pozos artesanales contruidos manualmente y sin ningún tipo de dirección técnica, igual que algunas otras comunidades rurales de la zona. Una investigación anterior, realizada en la misma comunidad en el año 2011, determinó la presencia de altas concentraciones del metal manganeso que sobrepasaron el nivel máximo permitido (500 µg/L Mn) por la legislación nacional.

Para corroborar los datos del 2011 se planteó un estudio más profundo en esta comunidad mediante el actual proyecto de investigación. Se muestreó 25 pozos de un total de 147, donde se analizó parámetros físico-químicos,

metales, coliformes fecales y plaguicidas. Para la verificación de los datos se realizaron dos muestreos uno en octubre del 2012 y otro en abril del 2013. En el último se examinó también agua de lluvia y agua de un pozo aislado en una playa cercana. Los análisis determinaron que las concentraciones de manganeso en el agua tomada de los pozos son altas (mediana: 835 µg/L Mn) y muchas veces (67%) están por encima de lo máximo permitido. Con base en lo que menciona la literatura científica, estas concentraciones podrían afectar el neurodesarrollo infantil. Además, se detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas, el agua de lluvia presentó los valores más altos de estos. Se concluye que los factores que influyen en la calidad del agua pueden deberse a varios motivos: desde razones naturales y geológicas, tal y como la presencia de Mn en el suelo, hasta acciones antropogénicas, entre estas la escasa planificación urbana (ubicación pozo-letrina), una pobre inversión en infraestructura de fuentes, pocas medidas de higiene, así como la contaminación proveniente posiblemente del uso extensivo de plaguicidas en las fincas aledañas.

Todo el proceso anterior se abordó de forma participativa, y fue paralelo al desarrollo de talleres participativos con miembros de la comunidad, sobre la temática del agua como eje transversal y práctico, donde se trató el uso, manejo y las posibles alternativas de mejoramiento a las fuentes de agua. El trabajo mediante la participación comunitaria permitió obtener una propuesta de alternativas seleccionadas por y para la comunidad, tendientes a buscar una mejora en la calidad del agua de consumo.

**DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y USO INDUSTRIAL, OBTENIDA DE POZOS MECÁNICOS EN LA ZONA 11, MIXCO, GUATEMALA,**

**Año:** 2004

**Autor:** Byron Marel, GRAMAJO CIFUENTES

**RESUMEN**

En el presente trabajo se determinó la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de cuatro pozos mecánicos ubicados en la zona 11 de Mixco, específicamente en las colonias Lo de Fuentes, Lo de Molina y Primero de Mayo. Para ello se determinaron las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua de cada uno de los pozos, posteriormente estos valores se compararon con la norma para agua potable NGO 29001 de la Comisión Guatemalteca de Normas COGUANOR, y también se compararon con los requerimientos de calidad del agua para uso industrial contenidos en la norma propuesta CATIE.

Para el análisis bacteriológico se usó el método de tubos múltiples de fermentación. Todos los parámetros evaluados se encontraron dentro de los límites aceptados en la norma para agua potable, por lo que se concluyó que el agua de estos cuatro pozos es adecuada para consumo humano.

En cuanto a la calidad del agua para uso industrial, se encontró que es adecuada para uso en la industria de alimentos en general, no así para las industrias de bebidas carbonatadas, destilerías y cervecerías, y calderas por no cumplir con los requerimientos para estas industrias.

En promedio, el agua de estos pozos se clasifica como dura y ligeramente corrosiva.

## **2.2 Marco legal**

### **2.2.1. Ley N° 26821 “Ley Orgánica para el Aprovechamiento**

#### **Sostenible de los Recursos Naturales”**

Ley Orgánica, publicada el 07 de diciembre de 2010, emitida por el congreso de la república.

En el Art. 3°.-menciona que las aguas: superficiales y subterráneas son consideradas como recurso natural, pero además establece que “el paisaje natural, en tanto sea objeto de aprovechamiento económico, es considerado recurso natural para efectos de la presente ley”

Artículo 4°.- Los Frutos y productos de los recursos naturales, obtenidos en la forma establecida en la presente Ley, son del dominio los titulares de los derechos concedidos sobre ellos

Artículo 5°.- los ciudadanos tienen derecho a ser informados y a participar en la definición y adopción de políticas relacionadas con la conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Se les reconoce el derecho de formular peticiones y promover iniciativas de carácter individual o colectivo ante las autoridades competentes, de conformidad con la ley de la materia” artículo 5°.

### **2.2.2 Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”**

Ley publicada el 31 de marzo de 2009, emitida por el congreso de la república.

*Esta ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable” (artículo 1) y más adelante declara: “No hay propiedad privada sobre el agua” (artículo 2).*

También, en su artículo II se señalan los principios que rigen el uso y la gestión integrada de los recursos hídricos, a saber:

1. Principio de valoración del agua y de gestión integrada del agua.
2. Principio de prioridad en el acceso al agua.
3. Principio de participación de la población y cultura del agua.
4. Principio de seguridad jurídica.
5. Principio de respeto de los usos del agua por las comunidades campesinas y comunidades nativas.
6. Principio de sostenibilidad.
7. Principio de descentralización de la gestión pública del agua y de autoridad única.
8. Principio precautorio.
9. Principio de eficiencia.
10. Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica.
11. Principio de tutela jurídica.

### **2.2.3. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano**

**(D.S. N°031-2010-SA)**

Publicado el 26 de setiembre de 2010, emitido por decreto supremo.

## **TÍTULO IX**

## **REQUISITOS DE CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

### **Artículo 59°. - Agua apta para el consumo humano**

Es toda agua inocua para la salud que cumple los requisitos de calidad establecidos en el presente Reglamento.

### **Artículo 60°. - Parámetros microbiológicos y otros organismos**

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y Escherichia coli,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.

### **Artículo 61°. - Parámetros de calidad organoléptica**

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el plan de control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del presente Reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y

tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

#### **Artículo 62°. - Parámetros inorgánicos y orgánicos**

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

#### **Artículo 63°. - Parámetros de control obligatorio (PCO)**

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

1. Coliformes totales;
2. Coliformes termo tolerantes;
3. Color;
4. Turbiedad;
5. Residual de desinfectante; y
6. pH.

En caso de resultar positiva la prueba de coliformes termotolerantes, el proveedor debe realizar el análisis de bacterias *Escherichia coli*, como prueba confirmativa de la contaminación fecal.

#### **Artículo 65°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos adicionales de control**

Si en la vigilancia sanitaria o en la acción de supervisión del agua para consumo humano de acuerdo al plan de control de calidad (PCC) se comprobare la presencia de cualquiera de los parámetros que exceden los LMP señalados en el Anexo III del presente Reglamento, la Autoridad de Salud y los proveedores de agua

procederán de acuerdo a las disposiciones señaladas en el artículo precedente.

#### **2.2.4. Decreto Supremo N°004-2017-MINAM**

Publicado el 07 de junio de 2017, emitida por decreto supremo.

Toma vigencia a través de la derogatoria de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

### **2.3. Bases teóricas – científicas**

#### **(Asociación civil Centro Cultural popular Labor (2015))**

La Laguna Punrun es parte fundamental del legado cultural de Pasco y un patrimonio natural invaluable, debido a los múltiples servicios ecológicos y ambientales que brinda, no solo para su entorno más inmediato, sino que los proyecta hacia toda la región central del país, pudiendo convertirse incluso en pieza fundamental del sostenimiento vital de Lima y sus más de 10 millones de habitantes.

Sin lugar a dudas, el enorme volumen de agua con su caudal de oferta promedio anual que contiene (150 Millones de Metros Cúbicos –MMC/Año) y la altura a la que se encuentra (4,328 m.s.n.m.), lo convierten a la laguna Punrun, en un reservorio hídrico de primer orden, tanto para la generación eléctrica, como para generación de agua potable, a tal punto que SEDAPAL (proveedora de agua potable de Lima) la ha mantenido en su cartera de proyectos los últimos 20 años.

Además, su gran dimensión, su paisaje alto andino prácticamente inalterado y su gran biodiversidad de flora y fauna, hacen de ella un destino

ecoturístico excepcional para las fechas turísticas de mayor movilidad interna; más aún, ahora que en ella se vienen ejecutando pequeños proyectos piscícolas.

Pese a ello, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo -MINCETUR aún no ha terminado su evaluación (no la ha “jerarquizado”), el Ministerio de Energía y Minas– MINEM, no ha incluido en su inventario de pasivos ambientales mineros, ni los relaves ni los restos de la planta concentradora Jumasha, ubicada en sus orillas al noroeste y abandonada desde 1950. Asimismo, sorprendentemente la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha otorgado a una empresa minera del distrito de Tinyahuarco -Pasco, una licencia de uso de agua por más del 50% del volumen de oferta de agua que actualmente tiene la laguna (es decir por 227 MMC/Año).

Así, se hace evidente la necesidad de ahondar en el conocimiento técnico de la Laguna Punrun, como, por ejemplo, en esta oportunidad en cuanto a la calidad de sus aguas, actividad que ha impulsado el Centro Labor entre los meses de marzo a mayo del 2015.

### **Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua**

Identifican y reconocen la presencia de minerales, entre otras cargas inorgánicas y orgánicas, que pueden estar presentes en los ríos, lagunas y lagos del país. Asimismo, definen las concentraciones bajo las cuales sus aguas podrían ser empleadas en diversos usos, considerando para ello referentes internacionales como la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre otros.

La reciente modificación de los ECA para agua, establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM), se sustenta precisamente en los últimos estudios de la OMS, EPA y la FAO, entre otros. Minerales como cromo y arsénico ya estaban considerados desde los primeros ECA para agua aprobada en el año 2008. Esta modificación, adecúa estos parámetros a los referentes internacionales ya citados. Si bien es cierto, los valores de los parámetros para algunas de los usos definidos en los estándares de calidad ambiental para agua, se han incrementado, ello se sustenta en estudios e investigaciones que han originado las modificaciones de las guías o la normativa internacional.

Debe precisarse que, si bien los ECA para agua involucran 4 categorías de agua, entre ellas aguas superficiales para la producción de agua potable que podrían ser empleadas para consumo humano (así como para riego y bebidas de animales, preservación de ecosistemas, etc.), en estricto el agua para consumo humano se rige por otras normas sanitarias en el país que verifican las condiciones de su aptitud, de allí que la modificación no puede ser entendida como una reforma de las normas sanitarias aplicables al tratamiento de aguas para consumo a cargo del Ministerio de Salud (MINSA).

En ese sentido, cabe mencionar que el Sector Salud ha refrendado el Decreto Supremo, lo cual refleja que el mismo es coherente con el Reglamento de Agua de Consumo Humano aprobado por el MINSA.

Por otro lado, la modificación de los ECA para Agua no afecta la fiscalización regular a las cuales son sometidas las diferentes actividades productivas.

## **2.4. Definición de términos básicos**

### **2.4.1. Aguas residuales minero metalúrgicas:**

Aguas provenientes de cualquier labor, excavación, movimiento de tierras, planta de procesamiento de minerales, depósito de residuos mineros, que forman parte del desarrollo de las actividades mineras o conexas, las cuales incluyen exploración, explotación, beneficio, transporte y cierre de minas.

### **2.4.2 Pasivo ambiental minero:**

Son aquellas instalaciones, efluentes, emisiones, restos o depósitos de residuos producidos por operaciones mineras, en la actualidad, abandonadas o inactivas y que constituyen un riesgo permanente y potencial para la salud de la población, el ecosistema circundante y la propiedad. Tipos: Labor minera (Ej. bocaminas, tajos abiertos), residuo minero (relaves, desmontes de mina, botaderos de lixiviación e Infraestructura de relaveras, campamentos, plantas de procesamiento, etc.

### **2.4.3 Vanadio:**

El vanadio es un elemento químico de número atómico 23 situado en el grupo 5 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es V. Es un metal dúctil, blando y poco abundante. Se encuentra en distintos minerales y se emplea principalmente en algunas aleaciones. El nombre procede de la diosa de la belleza Vanadis en la mitología escandinava.

Es un metal suave, de color blanco agrisado, maleable y de transición dúctil. La formación de una capa de óxido del metal estabiliza al elemento contra la oxidación.

El elemento se encuentra naturalmente en minerales; hay cerca de sesenta y cinco diferentes tipos y en los depósitos de combustibles fósiles. Los más representativos son la patronita (un sulfuro complejo), la vanadinita  $[Pb_5(VO_4)_3Cl]$  y carnotita  $[K(UO_2)VO_4 \cdot (3/2)H_2O]$ . Este último es más importante como mineral de uranio, pero también se puede recuperar el vanadio. Se produce en China y Rusia, otros países lo producen o bien por el polvo de combustión de aceite pesado, o como un subproducto de la minería de uranio. Se utiliza principalmente para producir aleaciones de aceros especiales, tales como aceros para herramientas de alta velocidad. El pentóxido de vanadio se utiliza como catalizador para la producción de ácido sulfúrico. El vanadio se encuentra en muchos organismos, y es utilizado por algunas formas de vida como un centro activo de las enzimas.

#### **2.4.4 Consecuencias de la contaminación del agua:**

Qué efectos provoca la contaminación del agua? En primer lugar, la desaparición de la biodiversidad y los ecosistemas acuáticos. También el ser humano se ve muy perjudicado a causa de la alteración en la cadena alimentaria y contrae enfermedades al beber o utilizar el agua contaminada.

#### **2.4.5 Importancia de la calidad del agua:**

Todos conocemos la importancia del agua en la vida de cualquier ser vivo del planeta. Por ello, su calidad es un tema que preocupa cada vez más en países de todo el mundo por motivos como la salud de la población, el desarrollo económico nacional y la calidad ambiental de los ecosistemas. Cabe recordar que hay 2.400 millones de personas que no tienen garantizado el acceso al saneamiento y unos 760 millones de personas no tienen acceso a agua potable, pese a que tanto el agua como el saneamiento son derechos humanos reconocidos por las Naciones Unidas. Pero, ¿qué factores determinan la calidad del agua? Son las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del elemento, que hacen que sea apto para un uso determinado y no lo sea para otro. Es evidente que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego.

Tampoco se pueden tener en cuenta los mismos parámetros a la hora de analizar la calidad de las aguas de origen residual, industrial, doméstico y urbano que son vertidas a los ríos y mares, ya que acumulan una elevada carga de materia orgánica e inorgánica, y además contienen compuestos peligrosos. Esto puede perjudicar gravemente a los ecosistemas acuáticos, afectando a su vegetación, a su fauna e incluso llegándolos a convertir en auténticos vertederos si no se realiza una buena gestión. La única forma de garantizar que los ecosistemas acuáticos nos sigan proporcionando agua para

satisfacer nuestras necesidades de agua, en términos de calidad y cantidad, es cuidándolos y conservándolos en buen estado.

Una mala calidad de agua puede deberse tanto a causas naturales, como las debidas a la geología del terreno, o artificiales, como la contaminación en zonas con gran presión antrópica. La fuente más importante de su contaminación es la falta de gestión y tratamientos adecuados de los residuos humanos, industriales y agrícolas. Es indiferente de dónde proceda este alejamiento del estado natural del agua, lo importante es establecer los tratamientos y límites necesarios para los diferentes usos y actividades, y de este modo garantizar una buena calidad de vida para todos los ciudadanos, a la vez que cuidamos y respetamos el medio ambiente.

#### **2.4.6 Aguas superficiales:**

Las fuentes de agua superficiales están constituidas por ríos, arroyos, lagos y embalses. Su origen puede ser el agua subterránea que aflora a la superficie a través de manantiales o el agua de lluvia que se transporta a largo del terreno y escurre en los cuerpos de agua. Los ríos y arroyos se caracterizan por tener rápidos cambios de calidad, durante la época de lluvias se presentan incrementos en la turbiedad y otras sustancias orgánicas e inorgánicas debido al lavado y arrastre de los suelos (OPS y CEPIS, 2005). Es por ello que, al igual que con las aguas subterráneas, (Lampoglia (2008)) menciona que cuando se hace uso y aprovechamiento de una fuente superficial se debe conocer y determinar las características físico-químicas y microbiológicas de la misma, y por lo general requerirá de procesos

para su potabilización, así como barreras que reduzcan algún efecto negativo en la salud de la población.

#### **2.4.7. Color:**

El agua es incolora, hay que distinguir lo que se llama color aparente, el que presenta el agua bruta y el verdadero, que es el que presenta cuando se le ha separado la materia en suspensión. (SHEPPARD, 2005).

#### **2.4.8 Olor y sabor:**

Están en general íntimamente relacionados. Compuestos químicos presentes en el agua como: los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos, pueden dar olores y sabores muy fuertes a el agua. Las sales o los minerales dan sabores salados o metálicos en ocasiones sin ningún olor. (Deutsch, Duncan y Ruiz, 2003)

#### **2.4.9 Temperatura:**

Afecta cuanto oxígeno puede mantener el agua y que tan rápido se reciclen los nutrientes en un sistema acuático; la temperatura del agua puede aumentarse en lugares de desagüe de plantas industriales e hidroeléctricas o por escorrentía de áreas impermeabilizadas, la contaminación térmica es un problema de algunos ríos.

#### **2.4.10 Turbiedad:**

Es un parámetro usado para identificar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas con relación al material residual en suspensión coloidal. Se mide por la comparación entre la

intensidad de la luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones. (Villota. Y Guajan, 1996). La turbidez, es la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión.

#### **2.4.11. Sólidos totales disueltos:**

Es una medida de la concentración total de sales inorgánicas en el agua e indica salinidad. Para muchos fines, la concentración de STD constituye una limitación importante en el uso del agua. (Abert Lenninger, 1998)

#### **2.4.12. Dureza:**

Mide la presencia de cationes  $Ca^{+2}$  y  $Mg^{+2}$ , y en menor cantidad  $Fe^{+2}$  y  $Mn^{+2}$  y otros alcalinotérreos. En la actualidad se tiende a prescindir del término “dureza” indicándose la cantidad de calcio y magnesio presente en un agua en mg/l.

#### **2.4.13. Dureza total:**

En química, se denomina dureza del agua a la concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio. Son éstas las causantes de la dureza del agua, y el grado de dureza es directamente proporcional a la concentración de sales metálicas.

#### **2.4.14. Conductividad:**

Es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia,

movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua.

#### **2.4.15 Alcalinidad:**

Es una medida de la capacidad amortiguadora del agua. Una alcalinidad alta por lo general tiene un pH alto; un agua salobre y agua del mar tiene una alcalinidad de 100 a 125 mg/l. (NMX-AA-089/1, 1986).

#### **2.4.16. pH:**

El pH de un agua, que indica la reacción ácida y básica de la misma es una propiedad de carácter químico de vital importancia para el desarrollo de la vida acuática (tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos), la naturaleza de las especies iónicas que se encuentran en su seno, el potencial redox del agua, el poder desinfectante del cloro, etc. Por lo general las aguas naturales tienen un cierto carácter básico, unos valores de pH comprendidos entre 6,5-8,5, los océanos tienen un valor medio de 8. (TEBBUTT Y LIMUSA, 2004).

#### **2.4.17. Cloruros:**

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros. (Norma Venezolana COVENIN N° 2138 – 84).

#### **2.4.18. Nitratos:**

Representan el mayor estado de oxidación del nitrógeno. De forma natural aparecen en las aguas por solubilización de las rocas. Su

valor no suele superar los 5mg/l. Pero también aparecen por oxidación de compuestos orgánicos nitrogenados. Pueden proceder de abonos y aguas residuales y entonces se alcanzan valores muchos mayores de concentración.

#### **2.4.19. Nitritos:**

Es un estado de oxidación intermedia del nitrógeno. La concentración de  $NO_2^-$  se puede utilizar como indicador de contaminación bacteriológica pues son las bacterias las responsables de la reducción del nitrato o nítrico o incluso a  $N_2$  gas. (GAIBOR, 2005).

#### **2.4.20 Sulfatos:**

En los sistemas de agua para uso doméstico, los sulfatos no producen un incremento en la corrosión de los accesorios metálicos, pero cuando las concentraciones son superiores a 200 ppm, se incrementa la cantidad de plomo disuelto proveniente de las tuberías de plomo.

#### **2.4.21. DBO<sub>5</sub>:**

Es la cantidad de oxígeno requerida para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia en un período de 5 días. Se expresa en mg/L, y corresponde a la diferencia entre el oxígeno inicial y el oxígeno restante al final de la prueba (Coral, 2013). La demanda biológica de oxígeno, es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar totalmente la materia orgánica biodegradable que se encuentre

#### 2.4.22. Oxígeno Disuelto (OD):

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más relevantes a la hora de evaluar la calidad del agua. Está asociado a la contaminación orgánica. Su concentración aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad y posee una relación directa con la pendiente y la aireación del cauce. Cuando existen condiciones aeróbicas se produce una mineralización que consume oxígeno y produce gas carbónico, nitratos y fosfatos. Una vez que se consume todo el oxígeno comienza la descomposición anaeróbica que produce metano, amonio, sulfuro de hidrógeno y mercaptanos.

### 2.5. Formulación de hipótesis

#### 2.5.1. Hipótesis general

La calidad de agua de la laguna de Punrun es apta para el consumo humano.

#### 2.5.2. Hipótesis específicas

Los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Punrun están dentro de los ECA para consumo humano.

### 2.6. Identificación de variables

#### 2.6.1. Variable

Calidad del agua para consumo humano

### 2.7. Definición operacional de variables e indicadores

variable	Dimensión	indicadores	índice
	Análisis físicos	Conductividad	$\mu S/cm$
		Turbiedad	<i>UNT</i>
		Aceites y grasas	<i>mg/L</i>
		Solidos Totales	<i>ppm</i>

Calidad del agua para consumo humano	Análisis químicos	Sulfatos	$ppmSO_4^{-2}$
		Cloruros	$ppmCl^-$
		Cianuro	$ppmCN^-$
		DBO	$ppmO_2$
		DQO	$ppmO_2$
		Nitrato	$ppmNO_3 - NO_3^-$
		Nitrito	$ppmNO_2 - N$
		Carbonato	$ppmCO_3^{2-}$
		Bicarbonato	$ppmHCO_3^-$
		Oxígeno Disuelto	$ppmO_2$
		Vanadio	$mg/L$
		Plomo	$mg/L$
		Cadmio	$mg/L$
		Arsénico	$mg/L$
		Aluminio	$mg/L$
		Bario	$mg/L$
		Sodio	$mg/L$
		Potasio	$mg/L$
Cobre	$mg/L$		
Níquel	$mg/L$		

## **CAPITULO III**

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

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de carácter descriptivo. El estudio busca evaluar la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun.

#### **3.2. Métodos de investigación**

En el diseño de investigación el método empleado es el Método Cuantitativo. Se plantea un diseño de muestreo en los que se observan los elementos de estudio o sea las variables que determinan la calidad del agua. De igual manera, se emplea un diseño estadístico en donde se observa la relación de los datos observados con la calidad del agua estipulada en las normas vigentes

#### **3.3. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es cuantitativa no experimental y transeccional lo que nos permite medir los resultados de manera

concluyente y nos pueda conducir a una respuesta final y de esta manera los resultados obtenidos pueden ser evaluados y determinarán la calidad del agua de la laguna de Punrun.

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1 Población

La población está compuesta por las aguas de la laguna de Punrun que Tiene una superficie de  $8 \text{ km}^2$  y alcanza una profundidad de hasta 200 metros.

#### 3.4.2 Muestra

La toma de muestra se realizó por el muestreo aleatorio simple para análisis físico- químico recolectadas en los tres puntos de monitoreo de la laguna de Punrun.

**Cuadro N°1** Ubicación de los puntos de monitoreo de la laguna de Punrun

IDENTIFICADOR	COORDENADAS		ALTITUD
	ESTE	NORTE	M.S.N.M
P-1	0332770	8802642	4 050
P-2	0344483	8802980	4 302
P-3	0343587	8803621	4 310

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

#### 3.5.1. Técnicas de recolección de muestras de agua:

Se tomaran muestras físico química establecidas según normas del Ministerio del Ambiente.

Se alistaron los envases y los frascos de muestreo esterilizados y posteriormente se realizó la toma de muestra. Los envases y frascos se transportaron en un Kouler de plástico con refrigerante que permite que la muestra se conserve a temperatura de 2 a 8°C.

En el interior del Kouler se colocó las muestras etiquetadas con el nombre de muestra de agua y en la parte interior se detalla un formulario con los siguientes datos:

- Identificación del lugar de muestreo
- Lugar de procedencia
- Numero de muestra o código
- Fecha de la toma de muestra
- Hora exacta de la recolección de muestra
- Volumen enviado
- Temperatura
- Indicar los parámetros analíticos del laboratorio

Este proceso tiene dos etapas:

En primera etapa, mediante la técnica de la observación directa, se toman las medidas in situ a través de un multiparámetro HANNA HI 98194, cuyos resultados se registró en una *tabla de registro de datos* de un cuaderno de campo, como los que se muestran en las tablas N°1, N°10 y N°21.

Se hizo la recolección de las muestras en los puntos establecidos en frascos de vidrio previamente rotulados mediante la misma técnica, registrándose en un formato la ubicación de la fuente de monitoreo

### **3.5.2. Técnicas de laboratorio**

#### **Equipos**

Las muestras obtenidas se mandaron analizar a un laboratorio por Espectrometría de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP) como se muestra en los anexos.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el análisis de los datos obtenidos, se utilizó el programa **Excel**; en el cual se procesó, ordeno y codifico la información

### **3.7. Tratamiento estadístico**

Uso del programa estadístico (INFOSTAT) para la presentación de los gráficos, que proporciona una mayor rapidez de interpretación y análisis.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

**Selección:** Se empleó instrumentos para el análisis de agua:

- Multiparámetro
- GPS
- Equipo Espectrometría de Plasma Acoplado Inductivamente (ICP)

**Validación y confiabilidad de los instrumentos:** Los instrumentos empleados para realizar el estudio de investigación se encuentran validados y calibrados. El multiparámetro HANNA HI 98194 pertenece a la universidad.

### **3.9. Orientación ética**

Los resultados obtenidos para el presente trabajo de investigación fueron estrictamente objetivos y responsables, de esta forma garantizamos que los resultados de los análisis son totalmente confiables

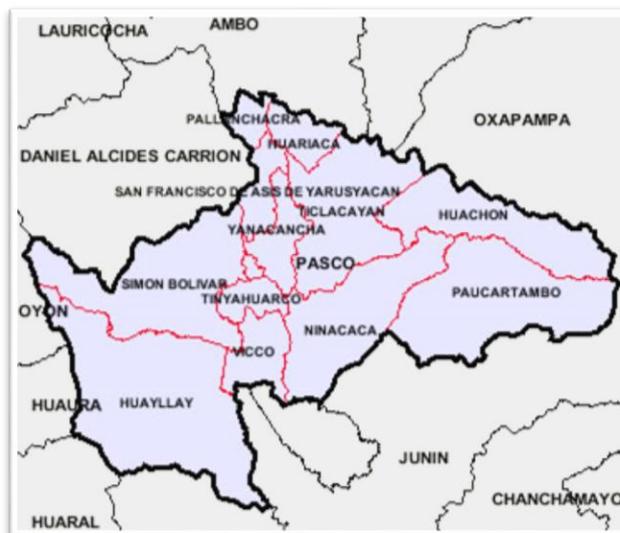
## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1 Ubicación:**

Políticamente la laguna Punrun se ubica entre los territorios de los distritos de Simón Bolívar (*comunidades campesinas de Ucrucancha y Sacra Familia*) en el distrito de Huayllay (*comunidad de Pucará*), y en el distrito de Tinyahuarco (*comunidades de Racracancha y Lancari*) en la provincia y departamento de Pasco respectivamente.



Mapa político de la región Pasco y el área de estudios

#### 4.1.2. Límites:

- **Por el norte:**

Con la comunidad campesina de Racracancha (*distrito de Tinyahuarco*)

Con la comunidad campesina de Ucrucancha (*distrito de Simón Bolívar*)

- **Por el noroeste:**

Con la Comunidad Campesina de Lancari (*distrito de Tinyahuarco*)

• **Por el noreste:**

Con la comunidad campesina de Sacra Familia (*distrito de Simón Bolívar*)

• **Por el este:**

Con la comunidad campesina de Sacra Familia (*distrito de Simón Bolívar*)

• **Por el sureste:**

Con la comunidad campesina de Sacra Familia (*distrito de Simón Bolívar*)

• **Por el suroeste:**

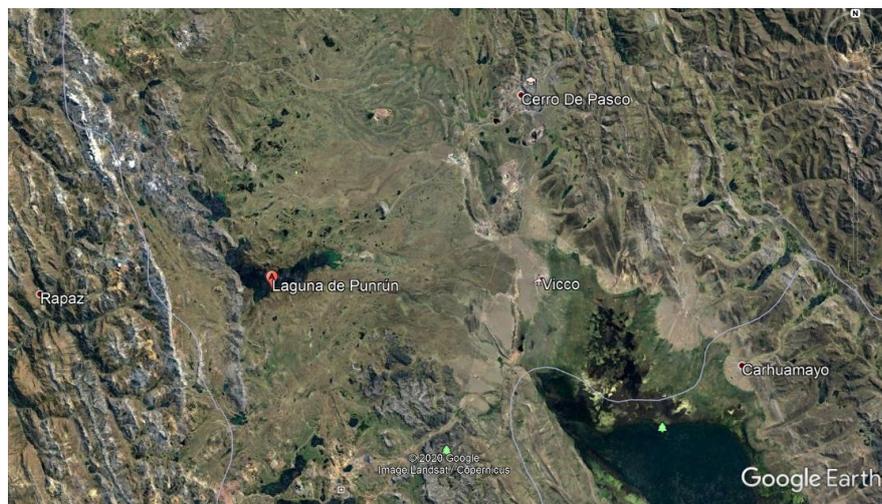
Con la comunidad campesina de Pucará (*distrito de Huayllay*)

• **Por el oeste:**

Con la comunidad campesina de Pucará (*distrito de Huayllay*)

• **Por el sur:**

Con la hacienda Quisque de la comunidad campesina de Sacra Familia del distrito de Simón Bolívar.



*Ubicación de la Laguna Punrun por Google Earth*

La laguna Punrun se encuentra al suroeste de la ciudad de Cerro de Pasco, capital de la provincia y departamento de Pasco.

#### 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

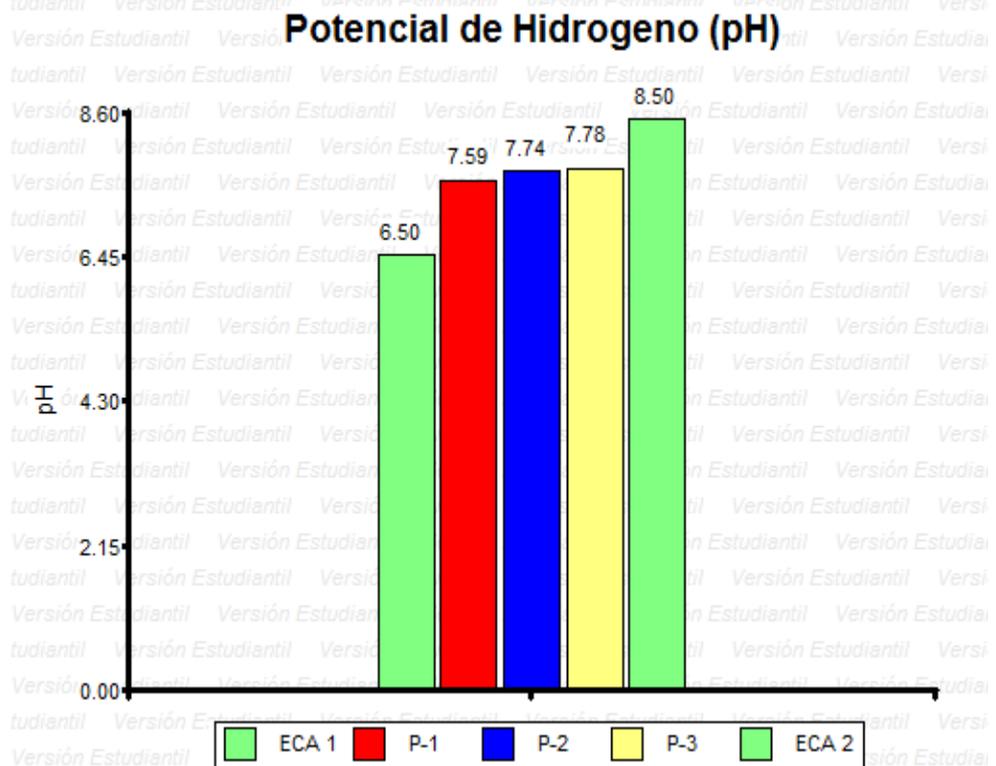
Una vez ubicado los puntos de monitoreo de la laguna de Punrun, se procedió al monitoreo y toma de muestras, de los cuales se obtuvo los siguientes resultados:

##### 4.2.1. Resultados físico-químicos obtenidos in situ con el multiparámetro HANNA HI 98194

Tabla N°1 potencial de hidrogeno

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
PH	pH	7.74	8,42	7,78	6,5-8,5

Gráfica N°1 Potencial de hidrogeno – Resultados obtenidos en el Laboratorio



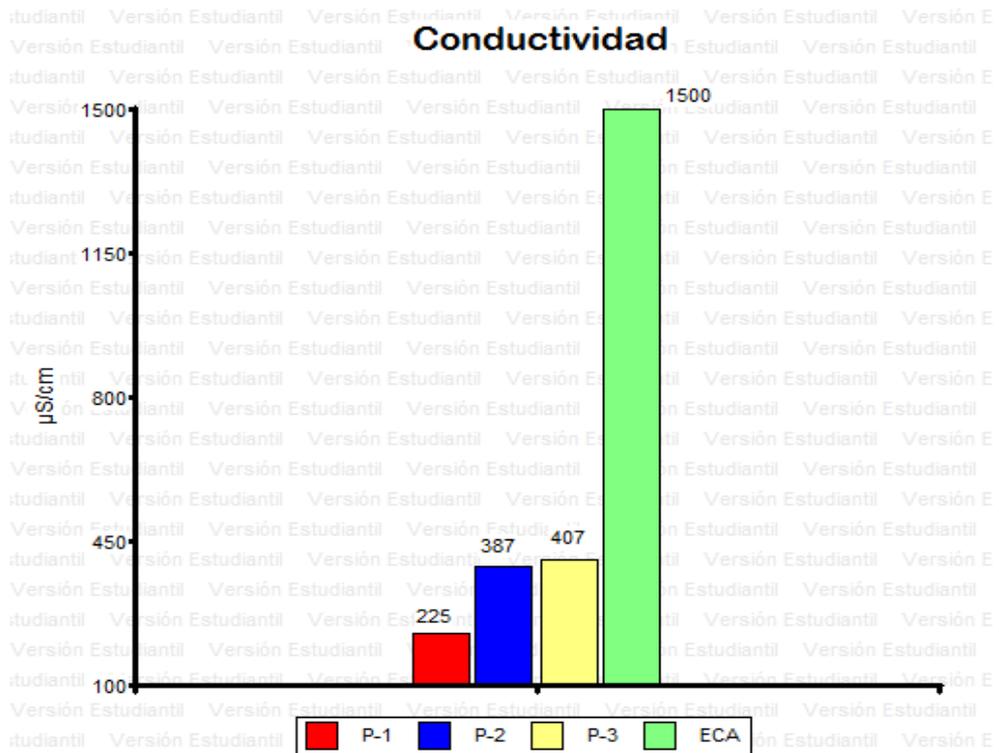
Interpretación:

En la tabla N°1, se observa los resultados del **PH** en los tres puntos determinados in situ con el multiparámetro Hanna Hi 98194 dando una lectura de 7.74, 8.42, 7.78 que está dentro del rango de los valores permisibles establecidos por los ECA, lo cual nos permite afirmar que para este parámetro el agua es apto para consumo humano. Así mismo en el gráfico N°1 se observa que los valores obtenidos en el laboratorio son 7,59; 7,74 y 7,78 que demuestran una variación con los resultados de multiparámetro, esto pudo ser por la calibración del instrumento y por qué las condiciones ambientales varían.

Tabla N°2 conductividad

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Conductividad	$\mu S/cm$	225	222	407	1500

Gráfica N°2 Conductividad – Resultados obtenidos en el Laboratorio



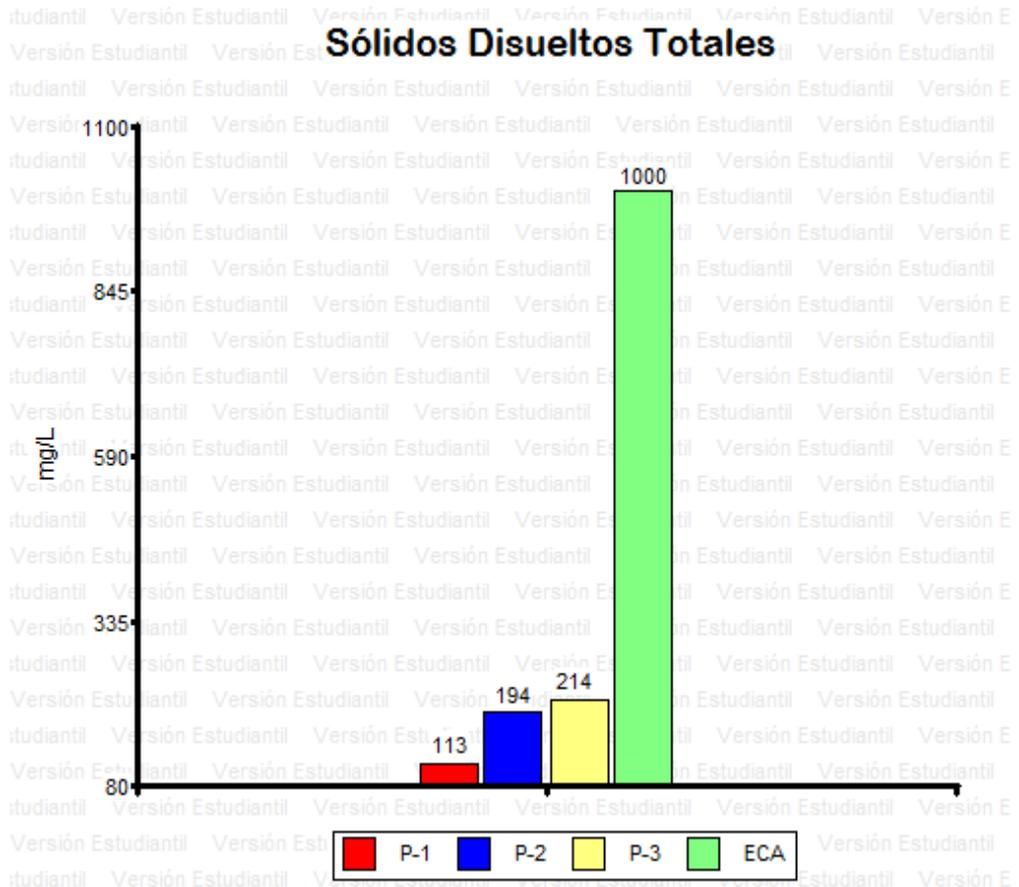
### Interpretación:

En la gráfica N°2, los parámetros de la **conductividad** en el punto P-1 se determinó un valor de  $225 \mu S/cm$ , en el punto P-2 un valor de  $387 \mu S/cm$  y en el punto P-3 un valor de  $407 \mu S/cm$ , valores que concuerdan y están dentro de los límites máximos permisibles lo cual nos permite concluir que para este parámetro el agua está en la subcategoría  $A_1$

Tabla N°3 solidos disueltos totales

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
TDS	mg/L	113	214	214	1000

Gráfica N°3 *Sólidos Disueltos Totales – Resultados obtenidos en el Laboratorio*



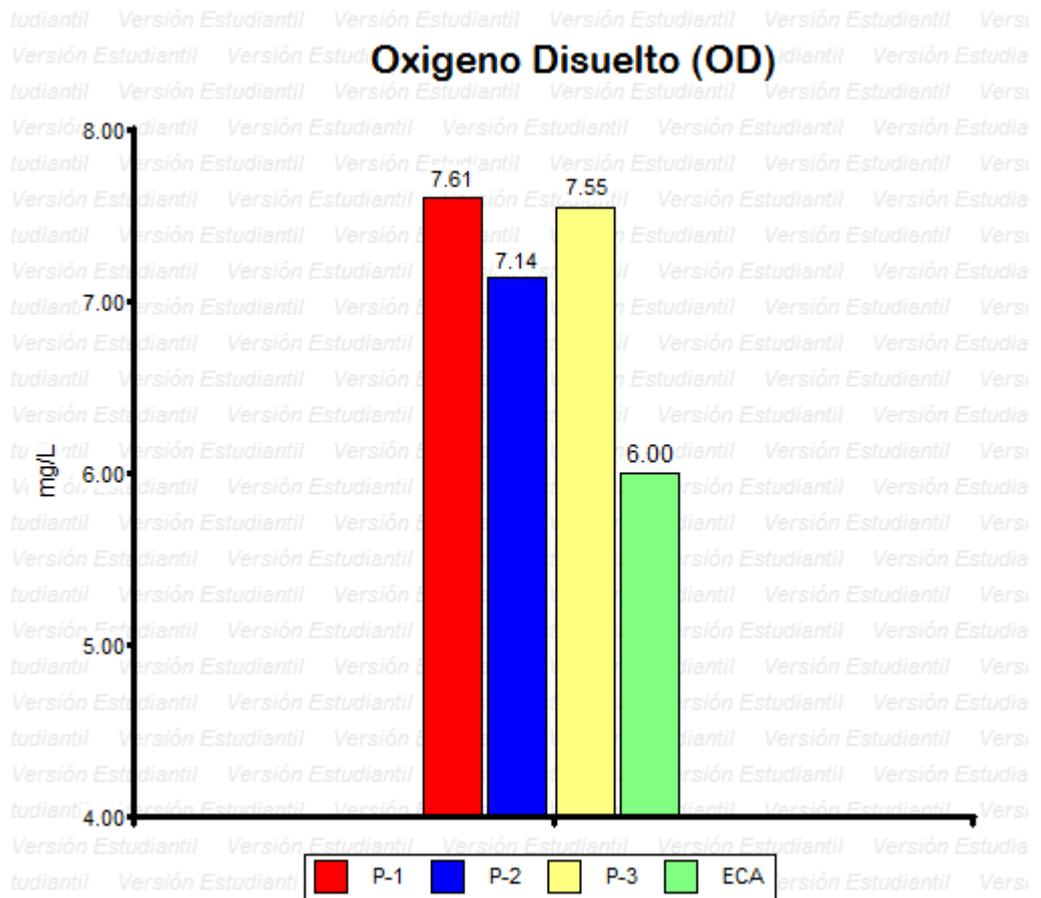
### Interpretación:

En la gráfica N°3 los **sólidos disueltos totales** dan una lectura de 113, 194 y 214 mg/L en los tres puntos de monitoreo respectivamente que nos manifiestan que no son valores que puedan afectar a la salud del ser humano debido a que cumplen con los estándares de calidad ambiental del agua para consumo humano. Por lo que este parámetro es bastante tolerable en el agua de la laguna de Punrun.

Tabla N°4 oxígeno disuelto

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
OD	mg/L	7,61	7,14	7,55	≥6

Gráfica N°4 Oxígeno Disuelto - Resultados obtenidos en el Laboratorio



### Interpretación:

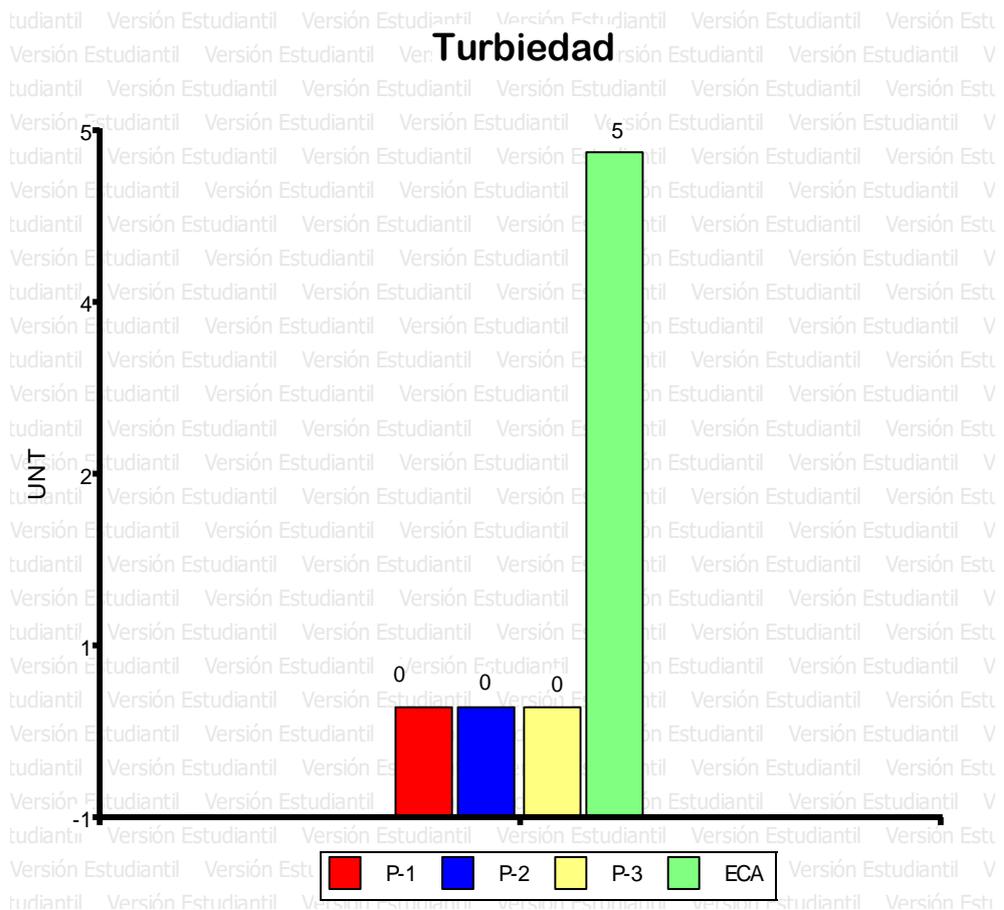
De acuerdo al grafico N°4 El **Oxígeno Disuelto** da una lectura de 7,61, 7,14 y 7,55 mg/L y se encuentra en los tres puntos de monitoreo en mayores proporciones que el valor mínimo de  $\geq 6$  , el cual cumple con los estándares de calidad ambiental del agua para consumo humano.

#### 4.2.2. Resultados físico-químicos obtenidos en el laboratorio

Tabla N°5 Turbidez

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Turbidez	UNT	0	0	0	5

Gráfica N°5 Turbidez



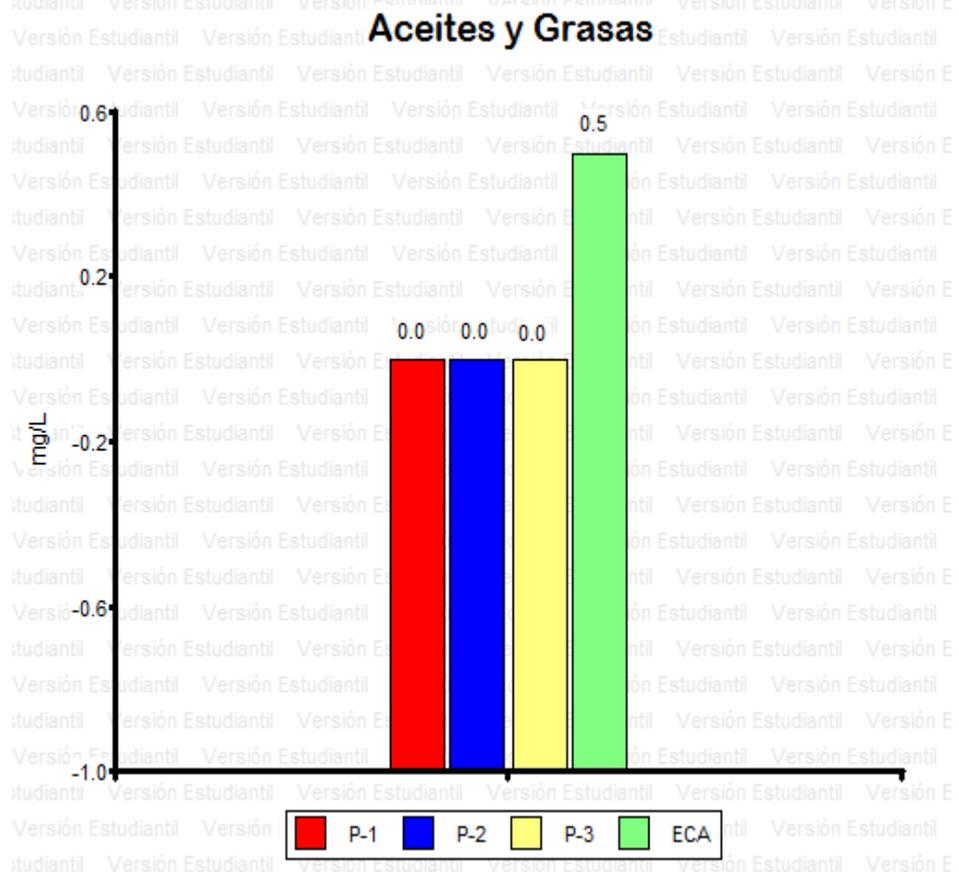
### Interpretación:

La turbidez, es la medida del grado de transparencia que pierde el agua o algún otro líquido incoloro por la presencia de partículas en suspensión y es un parámetro importante para su posible utilización en el consumo humano; en la gráfica N°5 se denota que las muestras tomadas en los tres puntos no muestran **turbidez**, por lo tanto, el agua para este parámetro es apta para consumo humano.

Tabla N°6 Aceites y grasas

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Aceites y Grasas	mg/L	0	0	0	0.5

Gráfica N°6 Aceites y Grasas



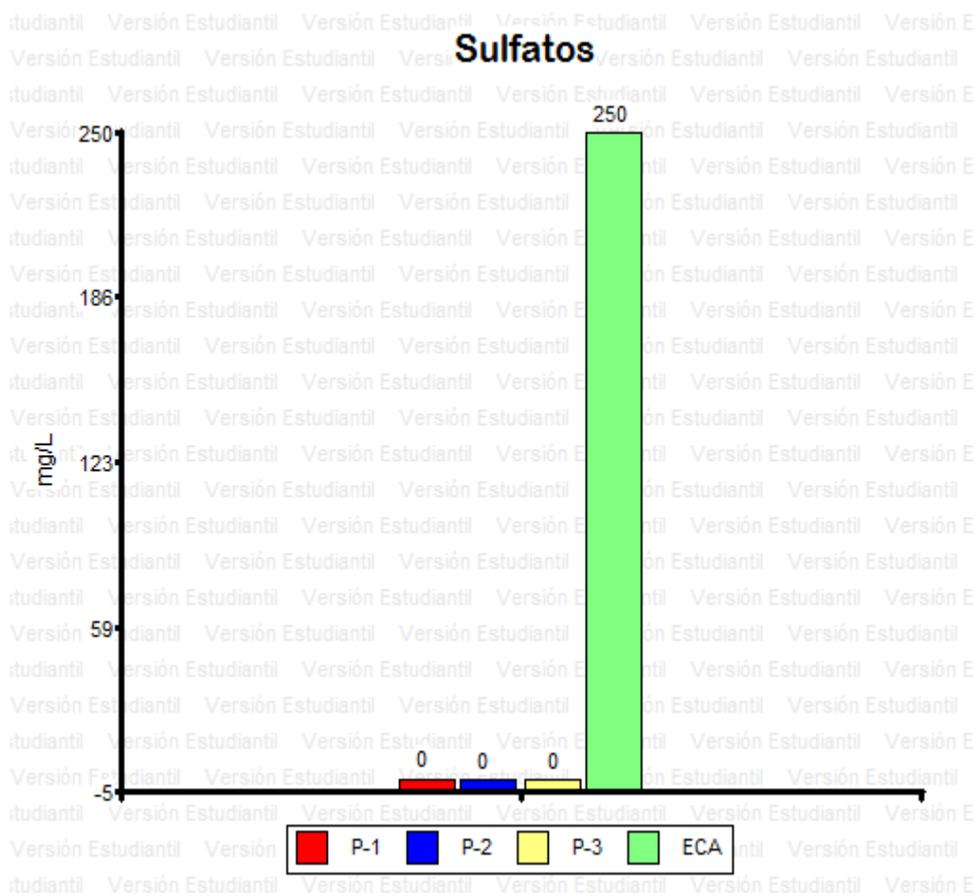
### Interpretación:

Los análisis de las muestras mostradas en gráfica N°6 indican la no presencia de **aceites y grasas** en las aguas de la laguna de Punrun, por lo tanto, el agua para este parámetro cumple con los ECAs.

Tabla N°7 Sulfatos

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Sulfatos	mg/L	0	0	0	250

Gráfica N°7 Sulfatos



### Interpretación:

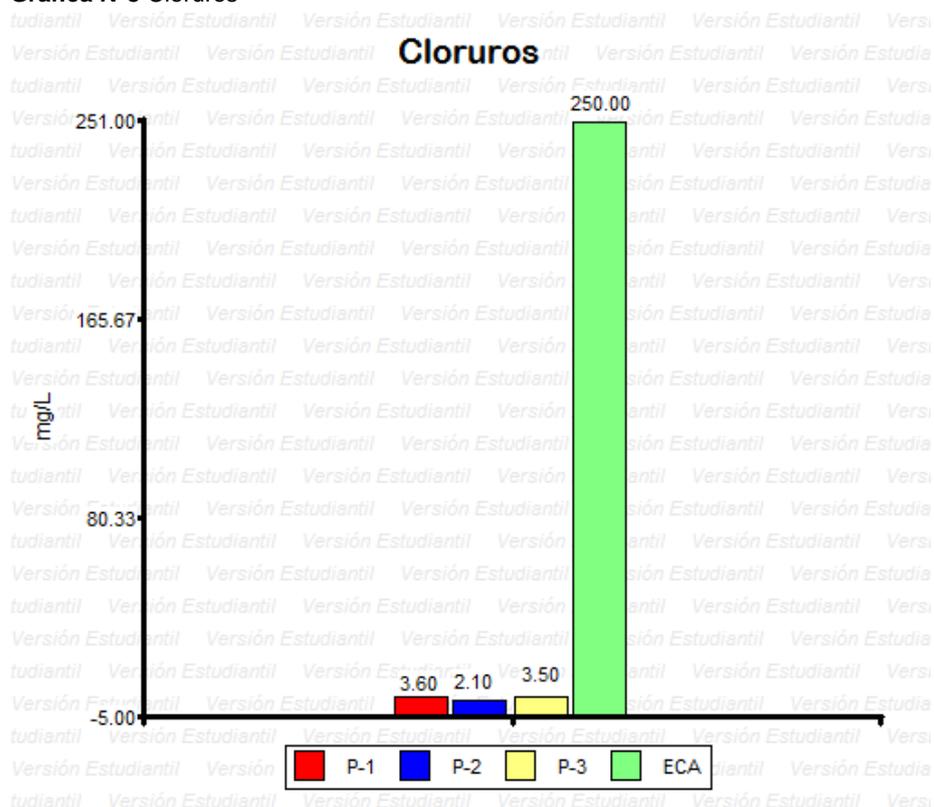
De la gráfica N°7 se observa que no hay presencia de **sulfatos** se denota que las muestras de agua tomadas no contienen sulfatos, por lo que la interpretación del análisis en cuanto a la evaluación de este

parámetro, el agua se encuentra en óptimas condiciones para consumo humano.

Tabla N°8 Cloruros

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Cloruros	mg/L	3.6	2.1	3.5	250

Gráfica N°8 Cloruros



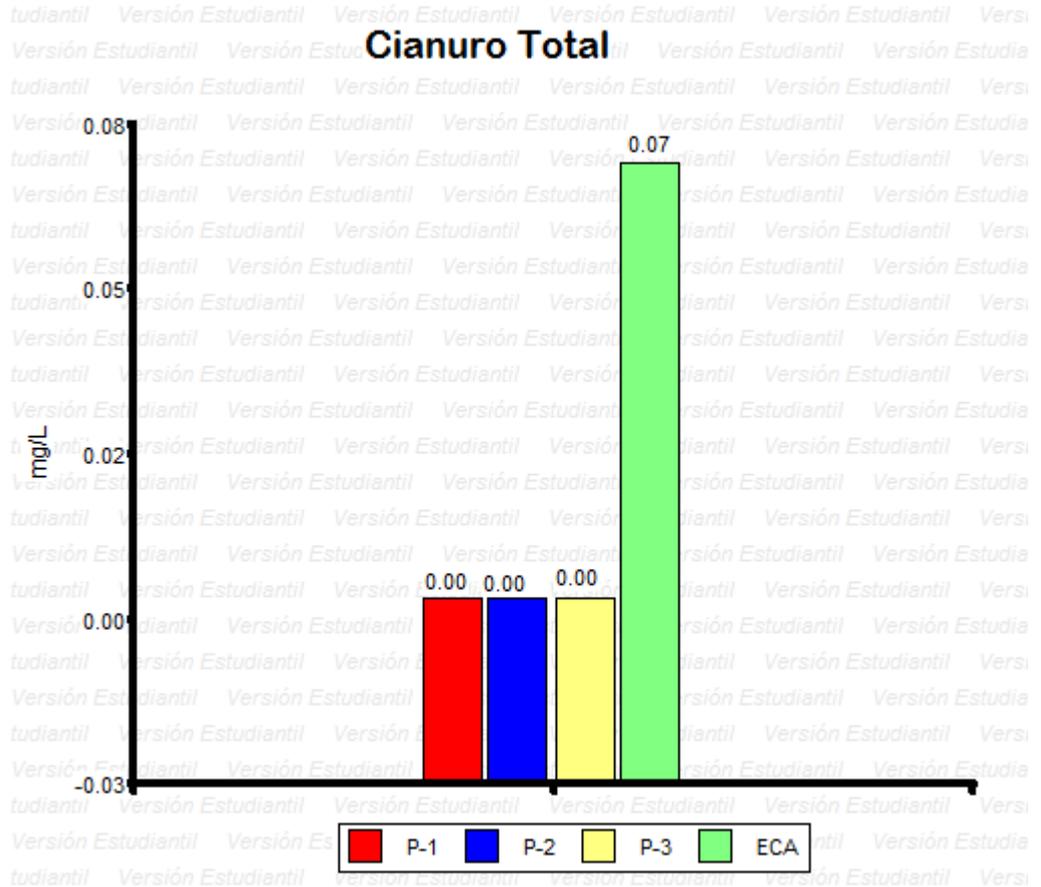
**Interpretación:**

De la gráfica N°8 se denota que las muestras de agua tomadas en los tres puntos, arrojan presencia de **cloruros** con 3,6 mg/l en P-1; 2,1 mg/l en P-2 y 3,5mg/l en P-3 interpretándose que no son significativos respecto a los valores máximos permisibles de los estándares de calidad, por lo tanto, el agua para este parámetro cumple con los estándares de calidad Ambiental, categoría 1.

Tabla N°9 Cianuro

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Cianuro	mg/L	0	0	0	0.07

Gráfica N°9 Cianuro



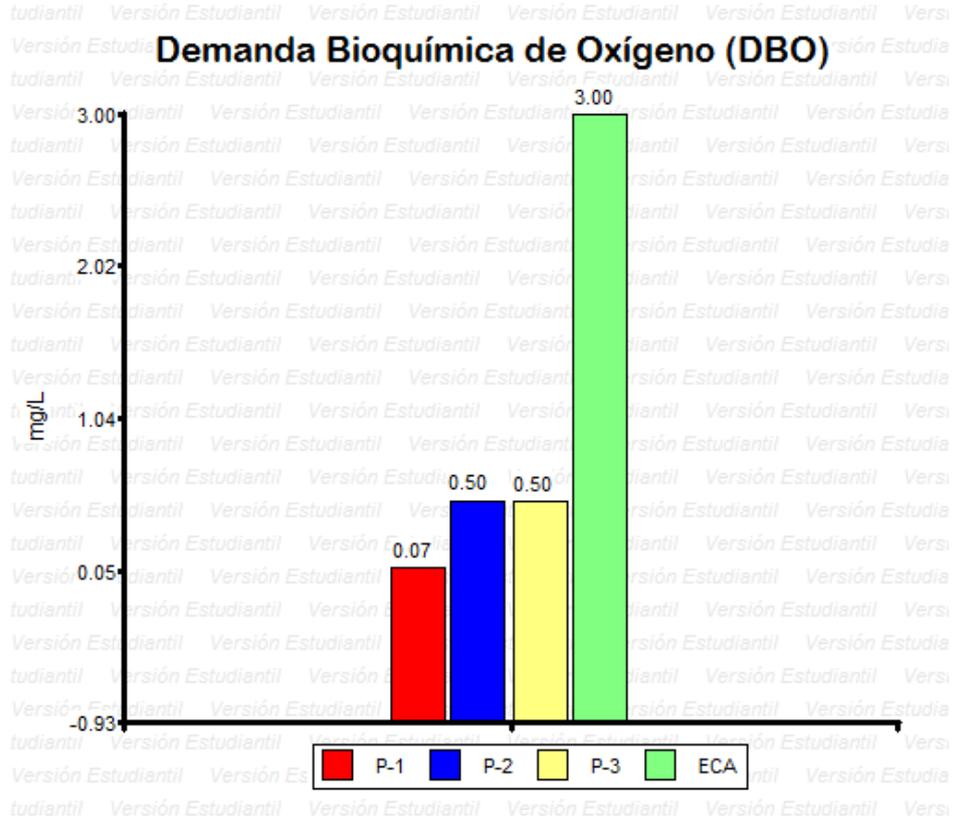
**Interpretación:**

De la gráfica N°9 denotamos que la muestra de agua tomada de los puntos de monitoreo no contiene **Cianuro total**, cumpliendo con límites máximos permisibles para agua de consumo humano.

TablaN°10 DBO

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	< 0.07	< 0.5	< 0.5	3

**Gráfica N°10** Demanda Bioquímica de Oxígeno



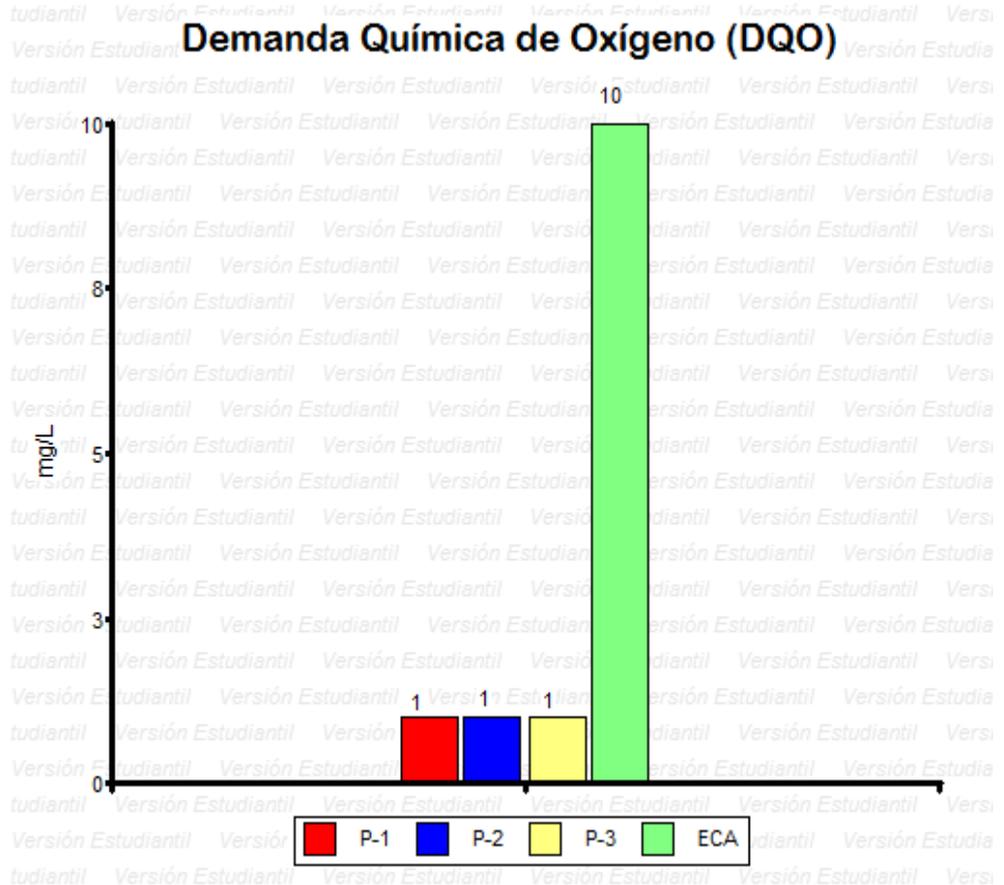
**Interpretación:**

De la tabla N°10 gráfica N°10 se interpreta que las muestras de agua tomadas, indican que la **DBO** están dentro de los valores máximos permisibles de los estándares de calidad para agua de consumo humano.

**Tabla N°11** DQO

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	< 1	< 1	< 1	10

Gráfica N°11 DQO



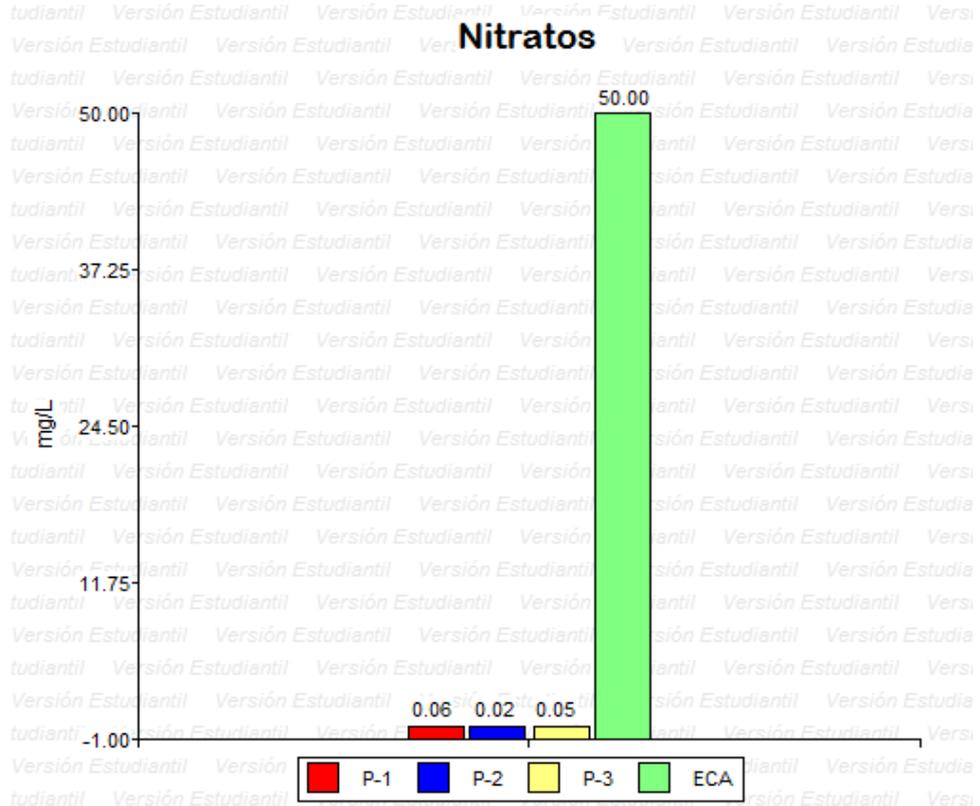
**Interpretación:**

De la tabla N°11 gráfica N°11 se interpreta que, las muestras de agua tomadas, arrojan una **DQO** de *1mg/l* en los tres puntos establecidos estando dentro de los límites máximos permisibles de los estándares de calidad de aguas para consumo humano.

Tabla N°12 Nitrato

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Nitratos	mg/L	0.06	0.02	0.05	50

**Gráfica N°12 Nitratos**



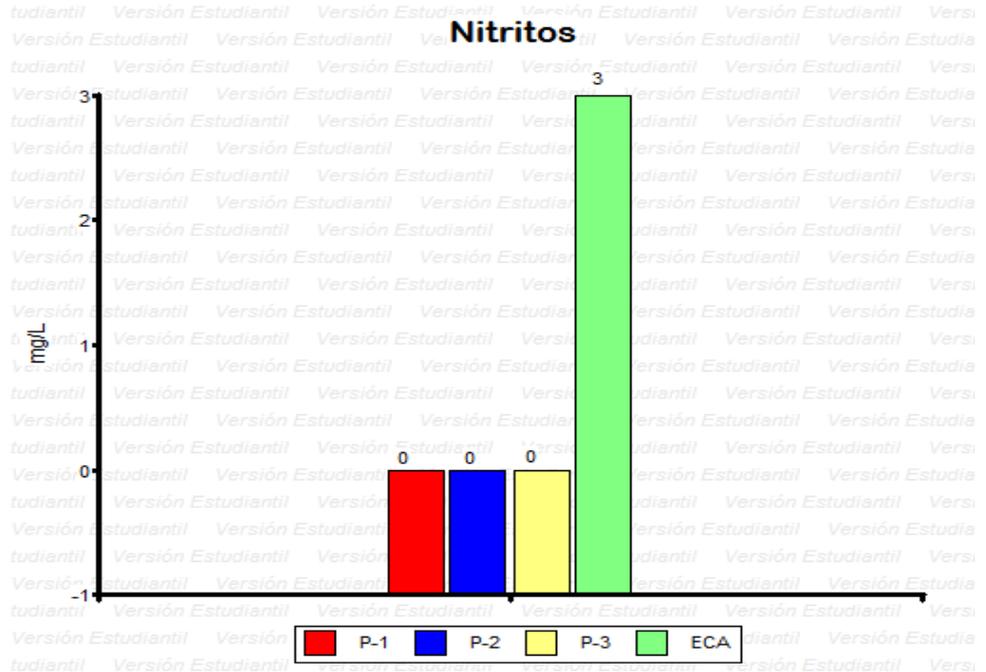
**Interpretación:**

De la tabla N°12 gráfica N°12 se interpreta que las muestras de agua analizada indican presencia de **Nitratos** de  $0,06\text{mg/l}$  en P-1;  $0,02\text{mg/l}$  en P-2 y  $0,05\text{mg/l}$  en P-3 estando por debajo del estándar permitido. Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno. Este parámetro no muestra mayor peligro en el agua la bebida poblacional.

**Tabla N°13 Nitritos**

IDENTIFICADOR	UNIDADES	P-1	P-2	P-3	ECA
Nitritos	mg/L	0	0	0	3

Gráfica N°13 Nitritos



**Interpretación:**

De la tabla N°13 gráfica N°13 se denota que la muestra de agua tomadas, los **Nitritos** no alcanzan los valores máximos permisibles de los estándares de calidad, por lo tanto, el agua para este parámetro es apta para consumo humano.

**4.2.3. Resultados químicos de los parámetros inorgánicos**

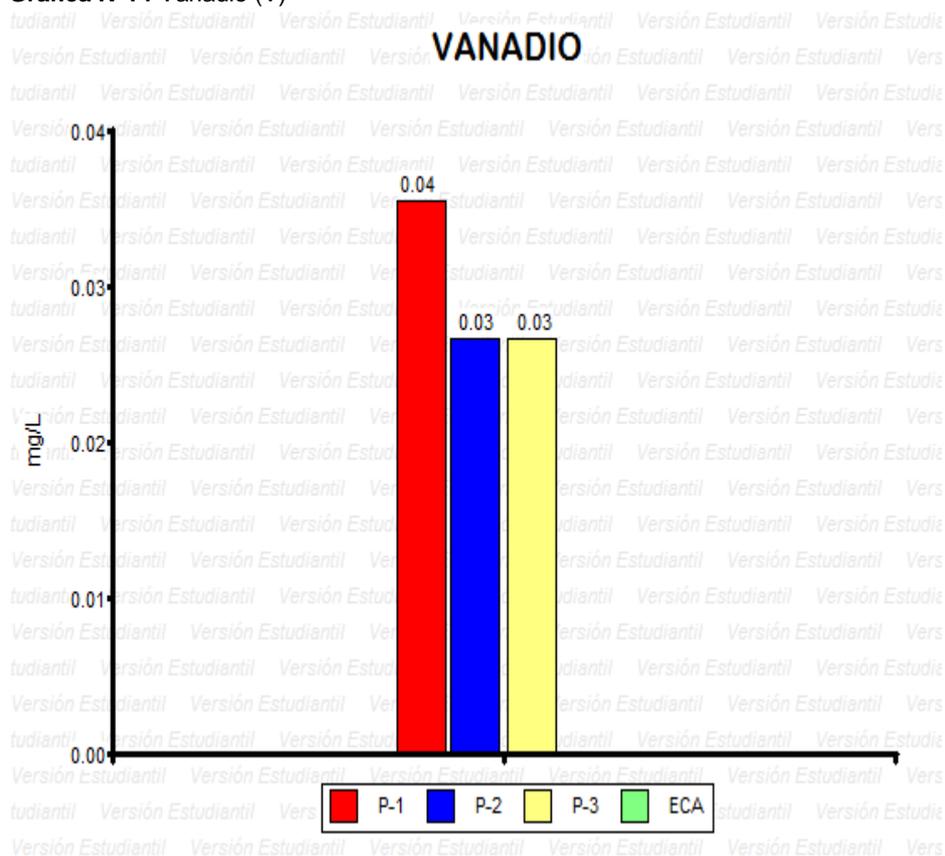
Interpretación de resultados de algunos metales pesados

Tabla 14 Vanadio

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Vanadio	mg / L	0.04	0.03	0.03	**	**

\* \* Significa que este parámetro no aplica para esta categoría

**Gráfica N°14 Vanadio (V)**



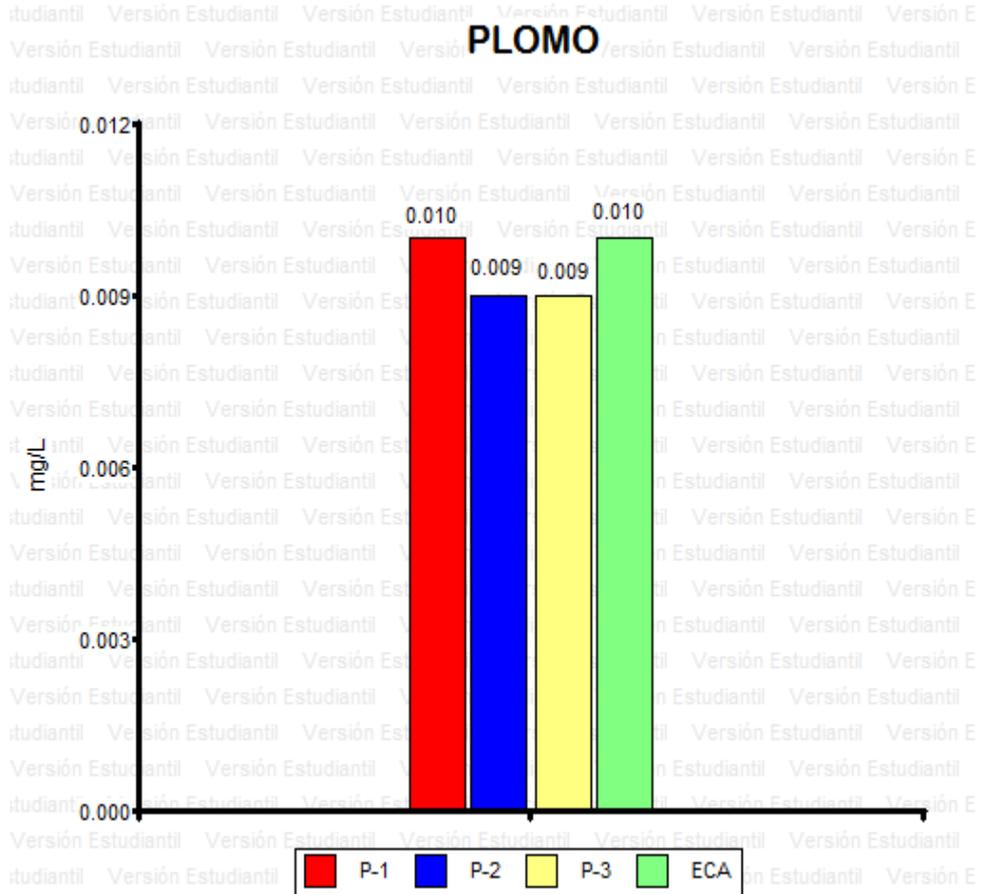
**Interpretación:**

Del monitoreo, grafico N°14 se tiene un resultado de 0,04 mg/L como valor superior y 0,03 mg/L valor mínimo de **Vanadio**. Sin embargo, este parámetro no está establecido por los Estándares de Calidad Ambiental para agua de consumo humano.

**Tabla N°15 plomo**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
plomo	mg / L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,01	0,05

**Gráfica N°15 Plomo (Pb)**



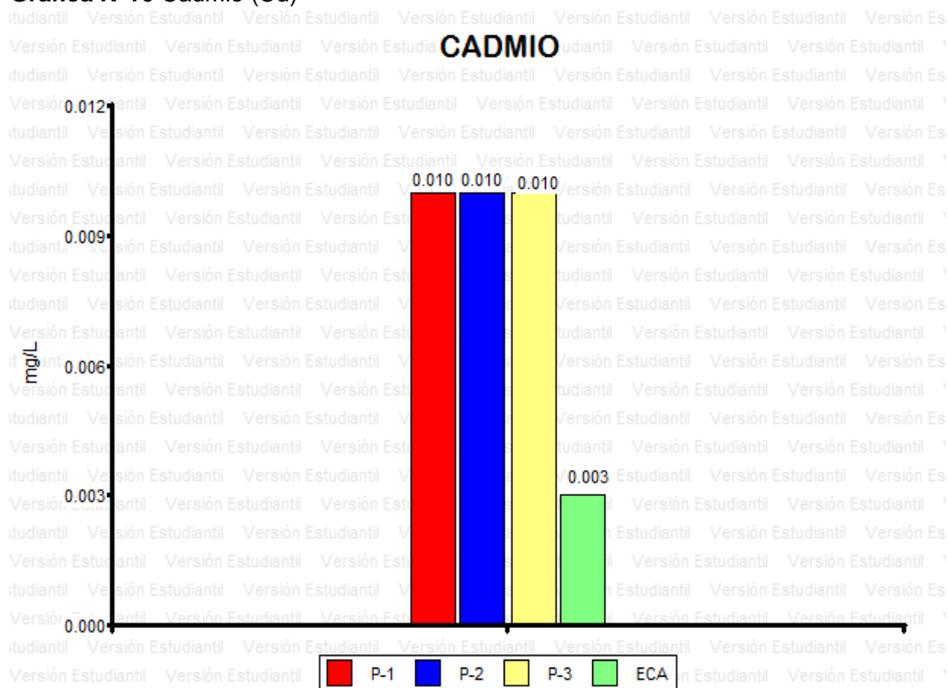
**Interpretación:**

De la gráfica N°15 se tiene para el **plomo** un resultado de menos de 0,01mg/l en el punto P-1; 0,09mg/l en el P-2y P-2 respectivamente, que están dentro del valor establecido por los estándares de calidad ambiental para el agua categoría 1. In embargo es necesario hacer en estas aguas un tratamiento exhaustivo para este parámetro que es muy peligroso.

Tabla N°16 Cadmio

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
cadmio	mg / L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0,003	0,01

**Gráfica N°16 Cadmio (Cd)**



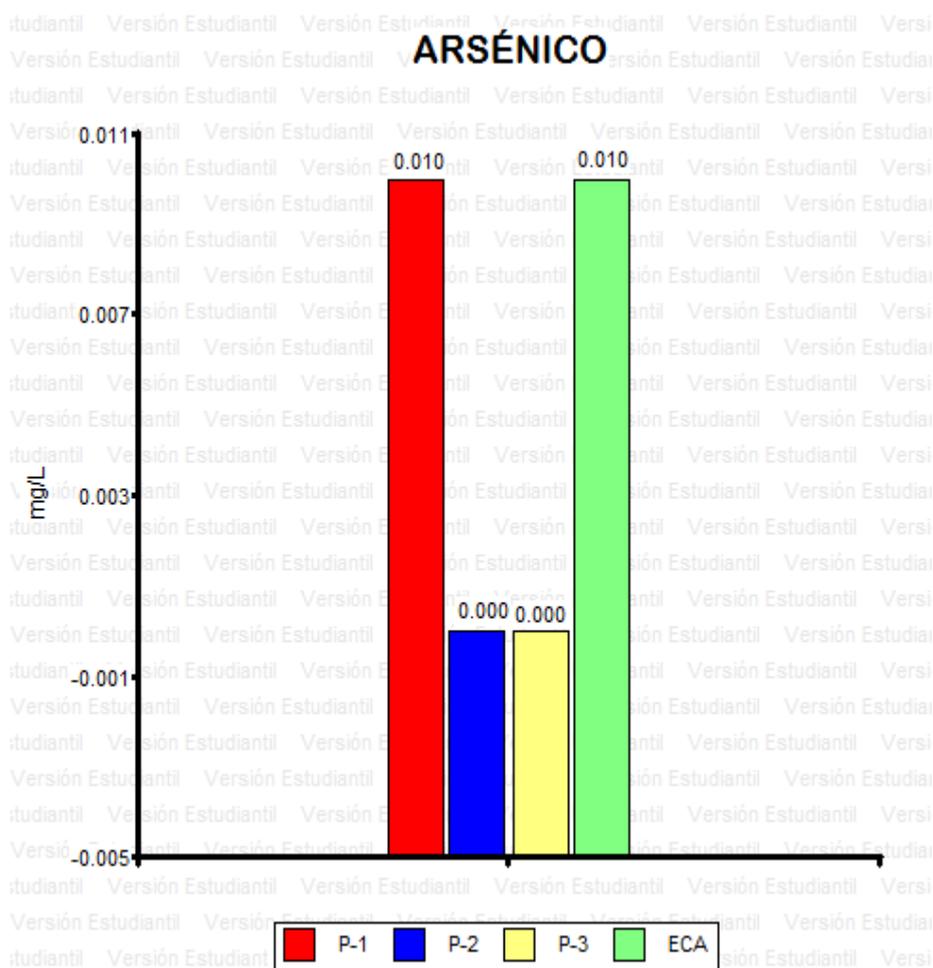
**Interpretación:**

Del monitoreo grafico N° 16 se tiene como resultado para el **cadmio** de 0,01 en los tres puntos de monitoreo, que sobrepasa los ECAs para la subcategoría A<sub>1</sub>, sin embargo, esta dentro de la su categoría A<sub>3</sub> es apta para el consumo humano, pero necesita un tratamiento avanzando para este elemento.

Tabla N°17 Arsénico

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Arsénico	mg / L	< 0.01	0	0	0,01	0,15

**Gráfica N°17 Arsénico**



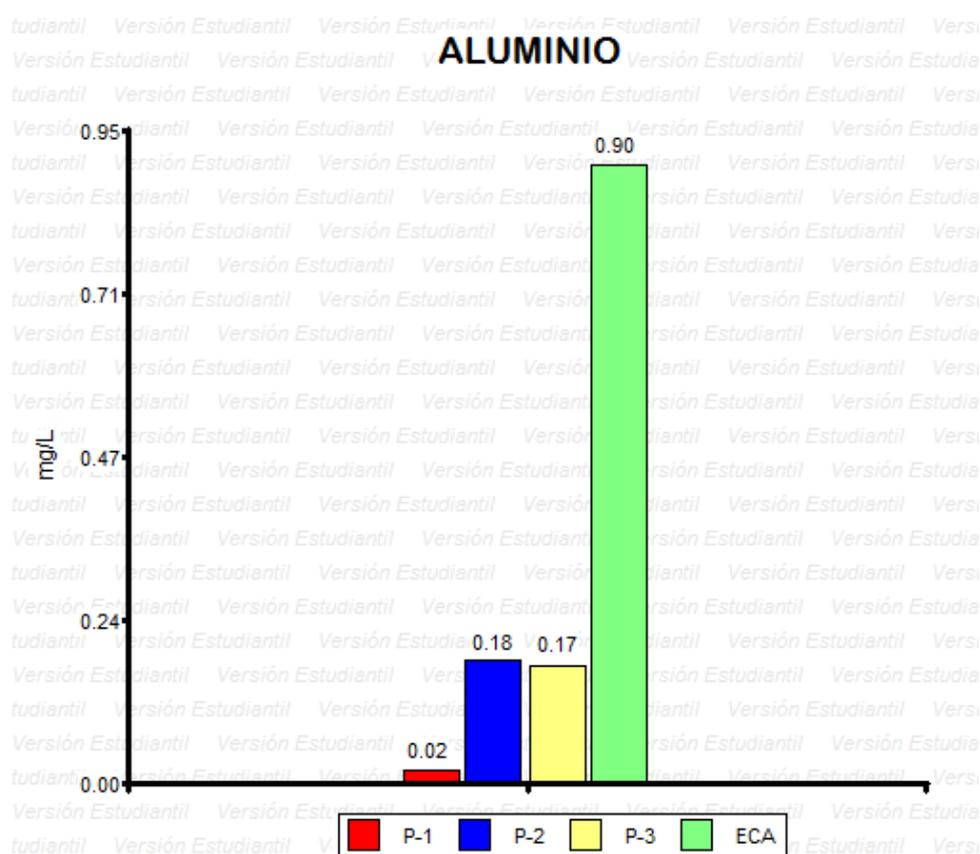
**Interpretación:**

Del monitoreo, grafico N°17, El **arsénico** en los puntos P-1 es menores (<0,01) y en el punto P-2 y P-3 no se encontraron ninguna traza de este elemento. El agua es apta para el consumo humano para este indicador.

**Tabla N°18 Aluminio**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Aluminio	mg / L	0,02	0,017	0,017	0,9	5

**Gráfica N°18 Aluminio (Al)**



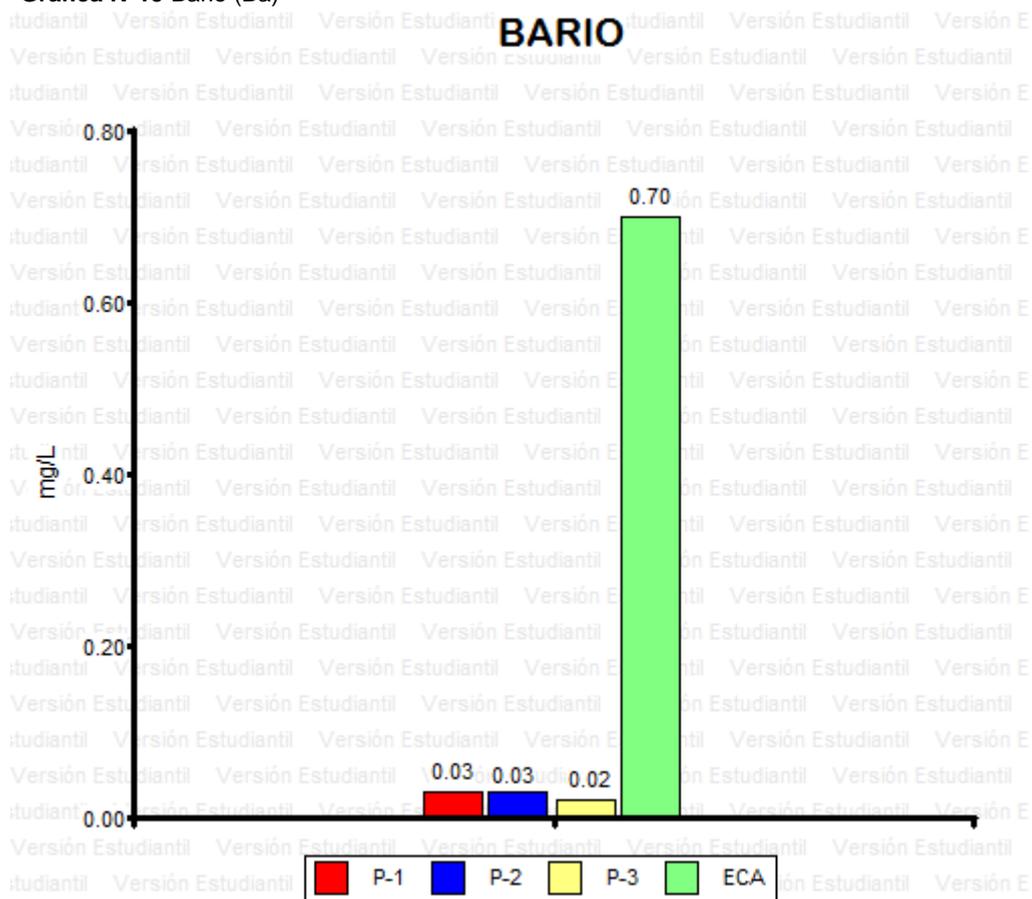
**Interpretación:**

Del monitoreo, grafico N°18 Las muestras de agua tomadas de la laguna de Punrun muestran pequeñas cantidades de **aluminio** mucho menores a los límites máximos permisibles establecidos por los ECA como se observa en la tabla N°11. El agua es apta para consumo humano.

**Tabla N°19 Bario**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Bario	mg / L	0,03	0,03	0,02	00,7	* *

**Gráfica N°19 Bario (Ba)**



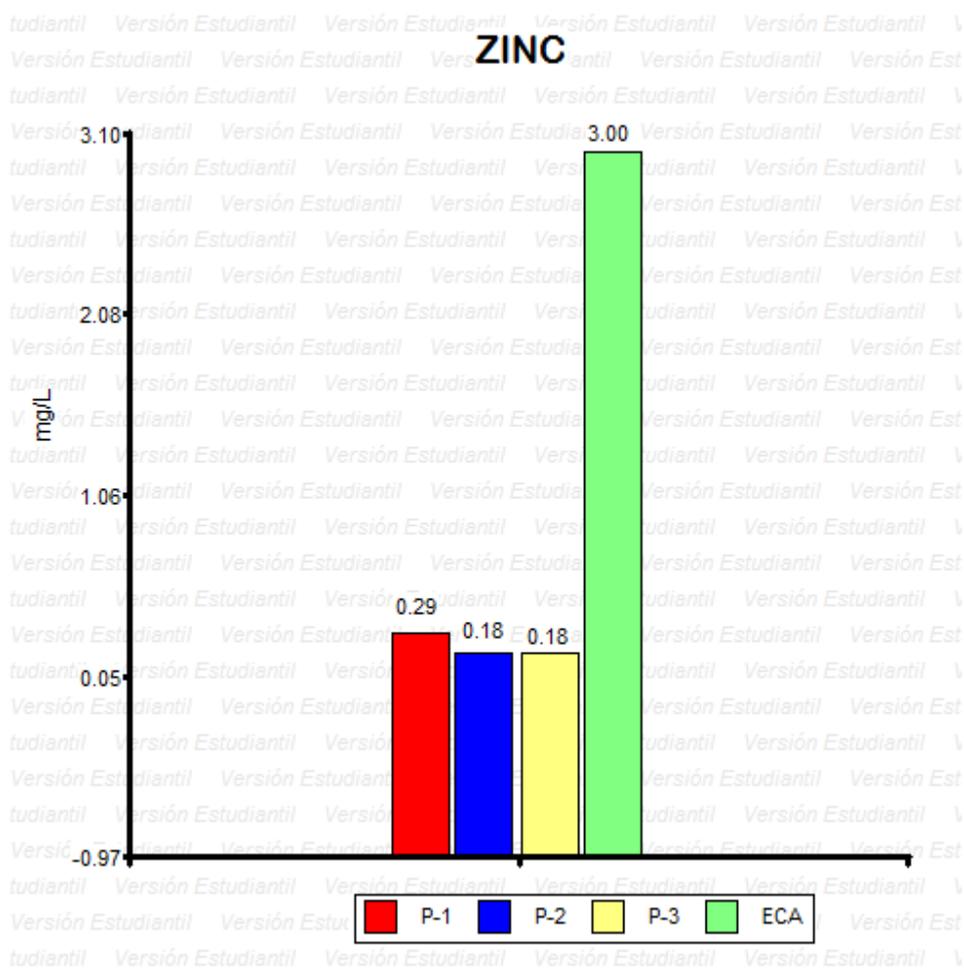
**Interpretación:**

Los resultados mostrados en la gráfica N°19, se interpreta que Los resultados de las muestras tomadas para el **Bario** en los tres puntos de monitoreo, son pequeñas trazas de este elemento presentes en estas aguas lo cual no presenta riesgo alguno para el consumo humano.

**Tabla N°20 Zinc**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Zinc	mg / L	0,29	0,29	0,18	3	5

**Gráfica N°20 Zinc (Zn)**



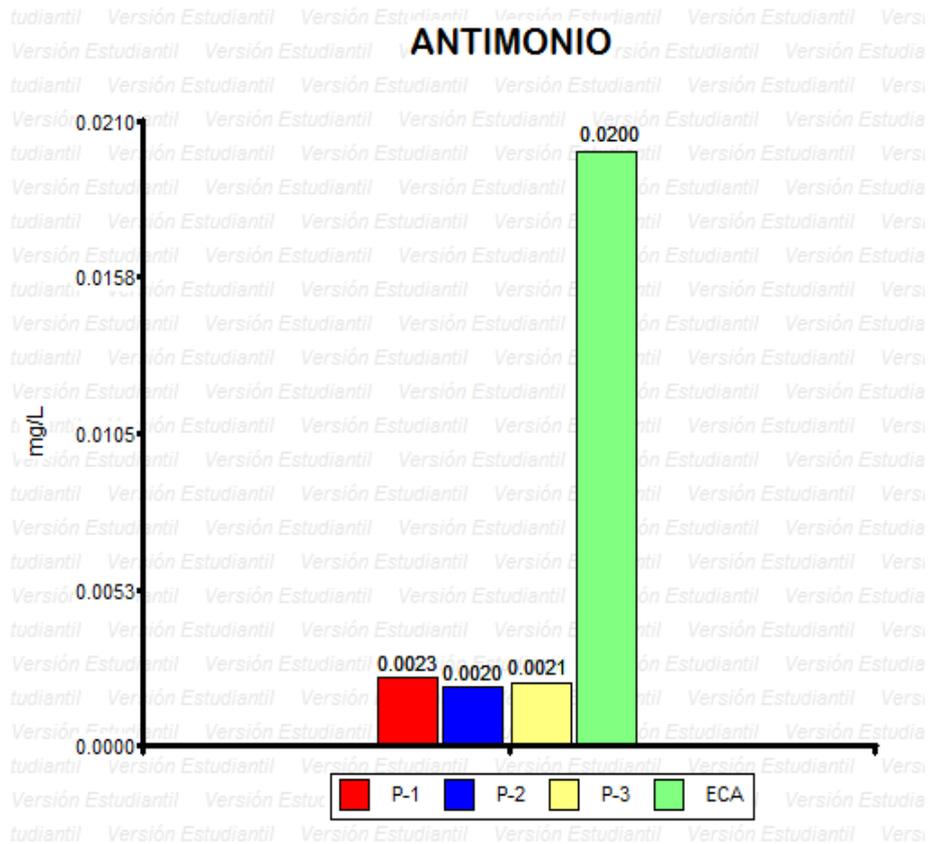
**Interpretación:**

Del monitoreo tabla N°20 los resultados de **Zinc** de la muestra de agua tomada en los tres puntos de monitoreo, grafico N°20 del agua de la laguna de Punrun, están dentro de los estándares de calidad, son menores a los valores establecidos por los ECAs para la producción de agua potable.

**Tabla N°21 Antimonio**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Antimonio	mg / L	0,0023	0,0020	0,0021	0,02	* *

**Gráfica N°21 Antimonio (Sb)**



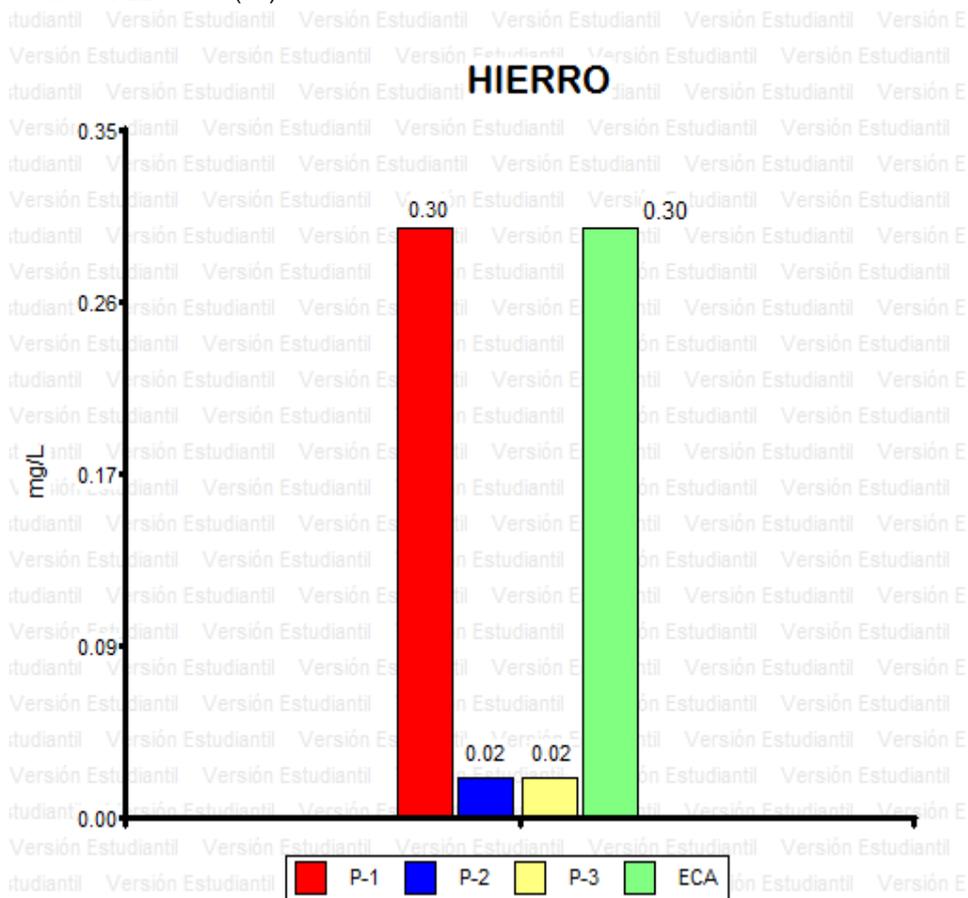
**Interpretación:**

Del monitoreo tabla N°21, Los análisis de las muestras de agua tomadas en los tres puntos de monitoreo de la laguna de Punrun muestran que el **Antimonio** están dentro de los estándares, como se muestra el gráfico N°21.

**Tabla N°22 Hierro**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Hierro	mg / L	0,30	0,02	0,02	0,3	5

**Gráfica N°22 Hierro (Fe)**



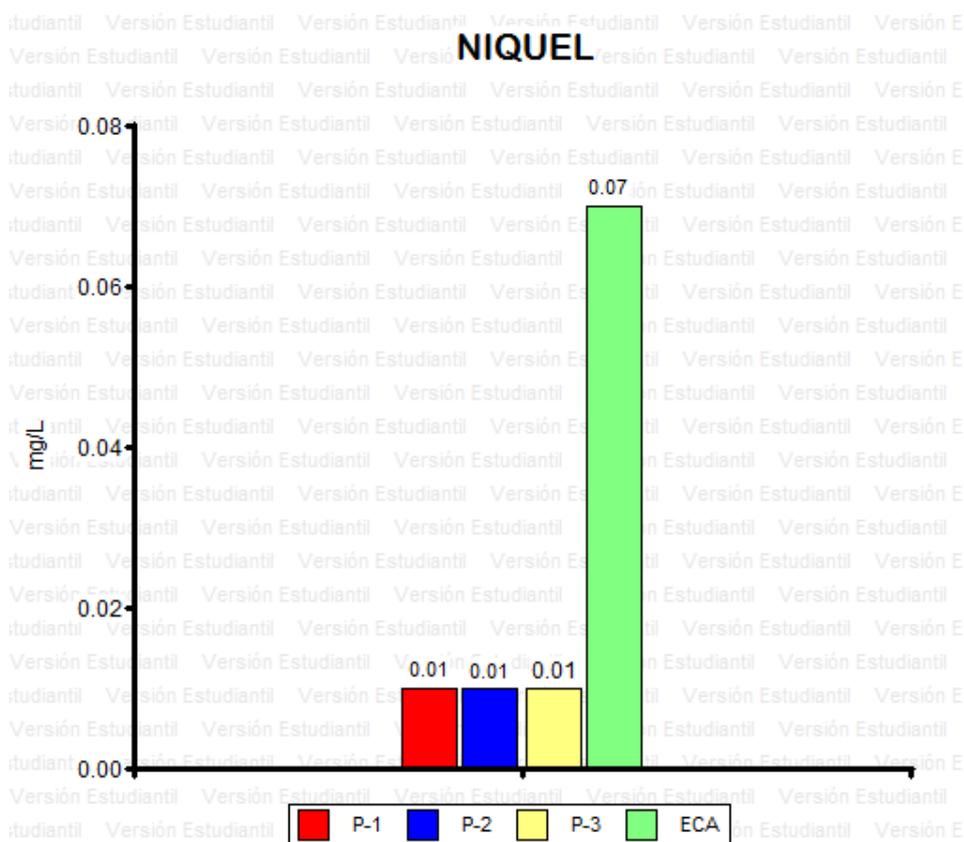
**Interpretación:**

Del monitoreo tabla N°22, grafico N°22, el análisis de la cantidad de **Hierro** en las aguas de la laguna de Punrun no es significativo referente al valor máximo permitido por los estándares de calidad ambiental, por lo tanto, el agua para este parámetro es apta para el consumo humano.

**Tabla N°23 Níquel**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Níquel	mg / L	0,01	0,01	0,01	0,07	* *

**Gráfica N°23 Níquel (Ni)**



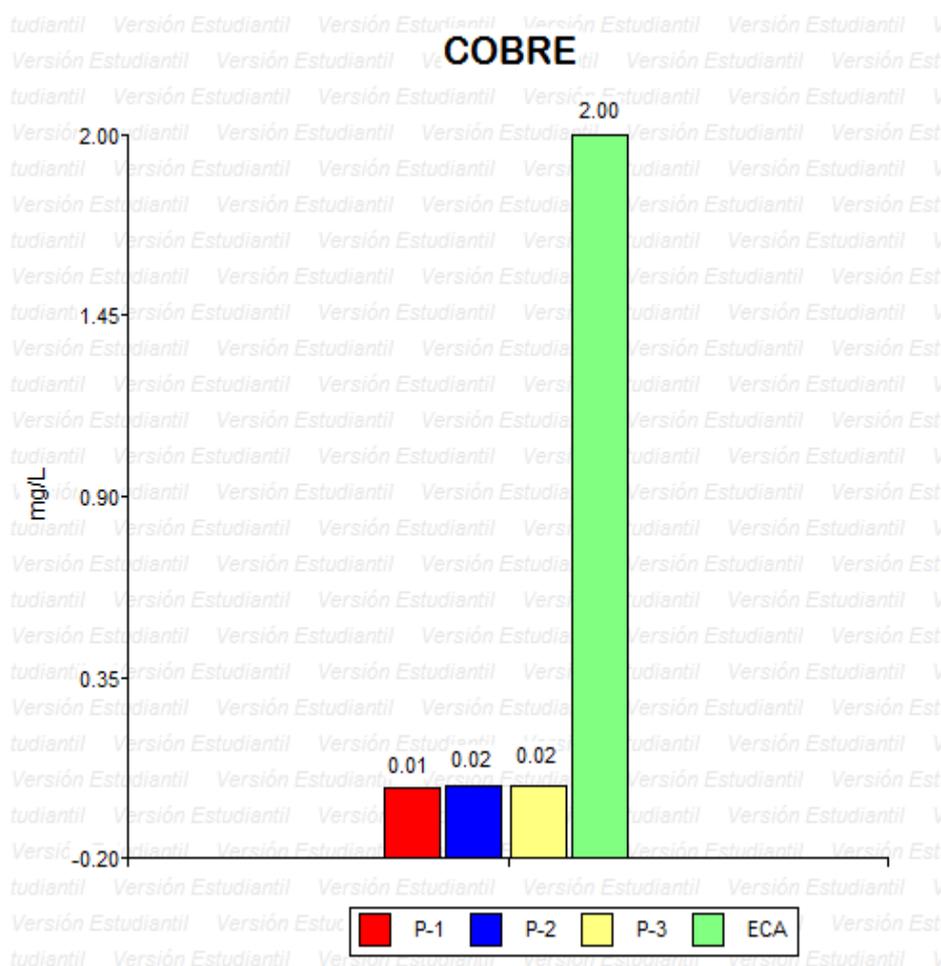
**Interpretación:**

Del análisis mostrado en la gráfica N°23 para el **Níquel** muestran trazas con valores menores de 0,01 de este elemento, siendo menor al valor del ECA de 0,07; por lo tanto, no es riesgoso para la producción de agua potable.

**Tabla N°24 Cobre**

Elementos	Unidades	Punto P-1	Punto P-2	Punto P-3	Valores ECA	
					A <sub>1</sub>	A <sub>3</sub>
Cobre	mg / L	0,01	0,02	0,02	2	2

Gráfica N°24 Cobre (Cu)



### Interpretación:

De los análisis presentados en la gráfica N°24, los resultados del análisis de las muestras de los tres puntos monitoreados para el **Cobre** son menor al valor máximo permitido por los estándares de calidad, por lo tanto, el agua para este parámetro es apta para el consumo humano.

### 4.3. Prueba de hipótesis

Terminado el trabajo de investigación bajo la hipótesis “La calidad de agua de la laguna de Punrun es apta para el consumo humano”. Realizado el análisis de la investigación se establece que la hipótesis planteada es

válida al determinarse que todos los parámetros evaluados están dentro de los estándares de calidad ambiental.

#### **4.4. Discusión de resultados**

##### **4.4.1. Discusión de los análisis físico-químicos**

En mi evaluación se ha podido notar que parámetros como el pH, conductividad, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto, turbiedad, aceites y grasas, sulfatos, cloruros, cianuro, cianuro total, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, nitratos, nitritos; esta presentes en mínimas cantidades por lo que se concluye que el agua de la laguna de Punrun es de la subcategoría  $A_1$  por lo que es apta para el consumo humano-, mostrados en los anexos B, C y D respectivamente

##### **4.4.2. Discusión de los análisis inorgánicos**

Respecto la evaluación de los parámetros inorgánicos

- Vanadio; este parámetro no está establecido por los estándares de calidad ambiental para consumo humano. sometidas a un tratamiento que disminuya las concentraciones de vanadio hasta los niveles permitidos para las aguas de consumo humano
- Plomo, Cadmio, arsénico, aluminio, bario, zinc, antimonio, hierro, níquel, cobre, estos indicadores muestran que están dentro de los parámetros establecidos, en los elementos de plomo, cadmio están dentro de la categoría  $A_3$ , esta agua es apta para consumo humano pero necesita un tratamiento avanzado para estos elementos como se muestra en los anexos D, E y F

La evaluación de Inocente (2019) nos dice que los análisis microbiológicos contienen valores bajos de coliformes y está dentro de los estándares de calidad ambiental establecidos

## CONCLUSIONES

Concluida la investigación, llegamos a las siguientes conclusiones:

1. La comparación de los parámetros físicos químicos con los valores de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua de consumo humano de la laguna de Punrun, nos da como resultado que las aguas de la laguna de Punrun son de la categoría 1 y subcategoría  $A_1$ .
2. Los resultados obtenidos en laboratorio de los parámetros físicos recolectados en la Laguna de Punrun: temperatura conductividad, etc, no exceden los LMP emitidos por el reglamento de calidad de agua para consumo humano D.S N°031-2010-SA.
3. Los valores del pH del punto P-1 es de 7,74; P-2 de 7,59 y del punto P-3 de 7,78, los cuales están dentro del rango establecido por los estándares de calidad ambiental (ECA) sub categoría  $A_1$ .
4. Se requiere una evaluación de los sedimentos depositados al fondo de la Laguna.
5. Los valores obtenidos para el cadmio sobrepasan los estándares de calidad ambiental para el agua de consumo humano por lo que requieren un tratamiento si estas aguas se utilizarían para consumo humano.
6. De los análisis determinados para el plomo se encontró que está muy cerca de los límites permisibles del agua para consumo humano siendo este un metal pesado se requiere un tratamiento especial.

## RECOMENDACIONES

- El desarrollo de esta investigación permitió vislumbrar la situación actual de las aguas de la laguna de Punrun en cuanto a la calidad del agua para consumo humano, sin embargo, se recomienda hacer estudios periódicos si fuera necesario para controlar el impacto que generarían las piscigranjas instaladas en esta laguna.
- Recomiendo a las autoridades educar y sensibilizar a las personas que tienen asentados ovinos y vacunos cerca de la laguna, los cuales podrían aumentar la eutrofización de la laguna.
- Establecer programas de vigilancia y control de la calidad de agua para consumo humano con las entidades pertinentes para el cuidado y preservación de la flora y fauna existente en la Laguna de Punrun.
- Hacer un estudio más profundo sobre el impacto ambiental y cómo influye en la calidad de agua la producción acuícola.
- Evitar cualquier alteración mecánica de las relaveras dejados en Jumasha, toda vez que si esto sucede puede causar alteraciones de estos por polución.
- Que la entidad correspondiente haga la remediación respectiva de los pasivos mineros ubicados en el sector Jumasha de la laguna de Punrun.

## BIBLIOGRAFÍA

Inocente Chacón, R (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

Aurazo de Zumaeta, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad de Agua para bebida. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. Lima. Perú. 138p.

Briñez, A., Karol, J., Guarnizo, G., Arias, V. y Samuel, A. (2012). Calidad de agua para consumo humano en el departamento de Tolima. Revista de la Facultad Nacional de Salud Pública. 30(2).175-182.Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.

Baccaro, K., Degorque, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E. y Andreoli. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar de Plata. Ria, 35(3) ,95-110. Instituto Nacional de Tecnología Agraria Argentina. Buenos Aires. Argentina.

Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de salud (2011).

Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano, D.S N° 031-2010-SA. Lima. Perú

Medina, D. (2014). Calidad del agua del sistema de abastecimiento de agua las Palmas – Leoncio Prado.

Mejía, C. M. (2005). Análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria en la microcuenca el limón (San Jerónimo, Honduras). Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en a integrado de cuencas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 110. Turrialba.

Costa Rica.

Ministerio del Ambiente. (2008) estándares nacionales de calidad ambiental para agua categoría 1: Poblacional y recreacional, Decreto supremo D.S N°002-2008-MINAM Lima Perú.

Jiménez-Cisneros, B.E. (2007). Sustentabilidad, un debate a fondo: Información y calidad del agua en México. Trayectorias. 9, 45-56.

Miranda, M., Aramburu, A., Junco, J. y Campos, M. (2010). Situación de la calidad de agua para consumo en hogares de niños menores de 5 años en Perú, 2007 - 2010, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 27(2). 506 - 511. Instituto Nacional de Salud del Perú. Lima. Perú.

OMS. (2004 y 2008). Guías para la calidad del agua potable.

Villena J.A. (Lima abr. /jun. 2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible.

Rev. Perú. med. exp. salud pública. Volumen (35) n°2

## ANEXOS

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la laguna de Punrun- provincia de Pasco 2019</b>		
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>
<b>¿Cuál es la calidad de agua para consumo humano en la laguna de Punrun - provincia de Trujillo 2019?</b>	Determinar la calidad del agua para consumo humano en la laguna de Punrun-Provincia de Pasco-2019”	La calidad de agua de la laguna de Punrun es apta para el consumo humano.
<b>PROBLEMA ESPECIFICO</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICA</b>
<b>¿La calidad del agua para consumo humano cumple con los estándares de calidad ambiental ECAs en la laguna de Punrun-provincia de Pasco 2019?</b>	Determinar si la calidad del agua para consumo humano está dentro de los estándares de calidad ambiental ECA en la laguna de Punrun-Provincia Pasco - 2019.	Los parámetros físico-químicos del agua de la laguna de Punrun están dentro de los ECA para consumo humano.

## ANEXO A

### LAGUNA DE PUNRUN

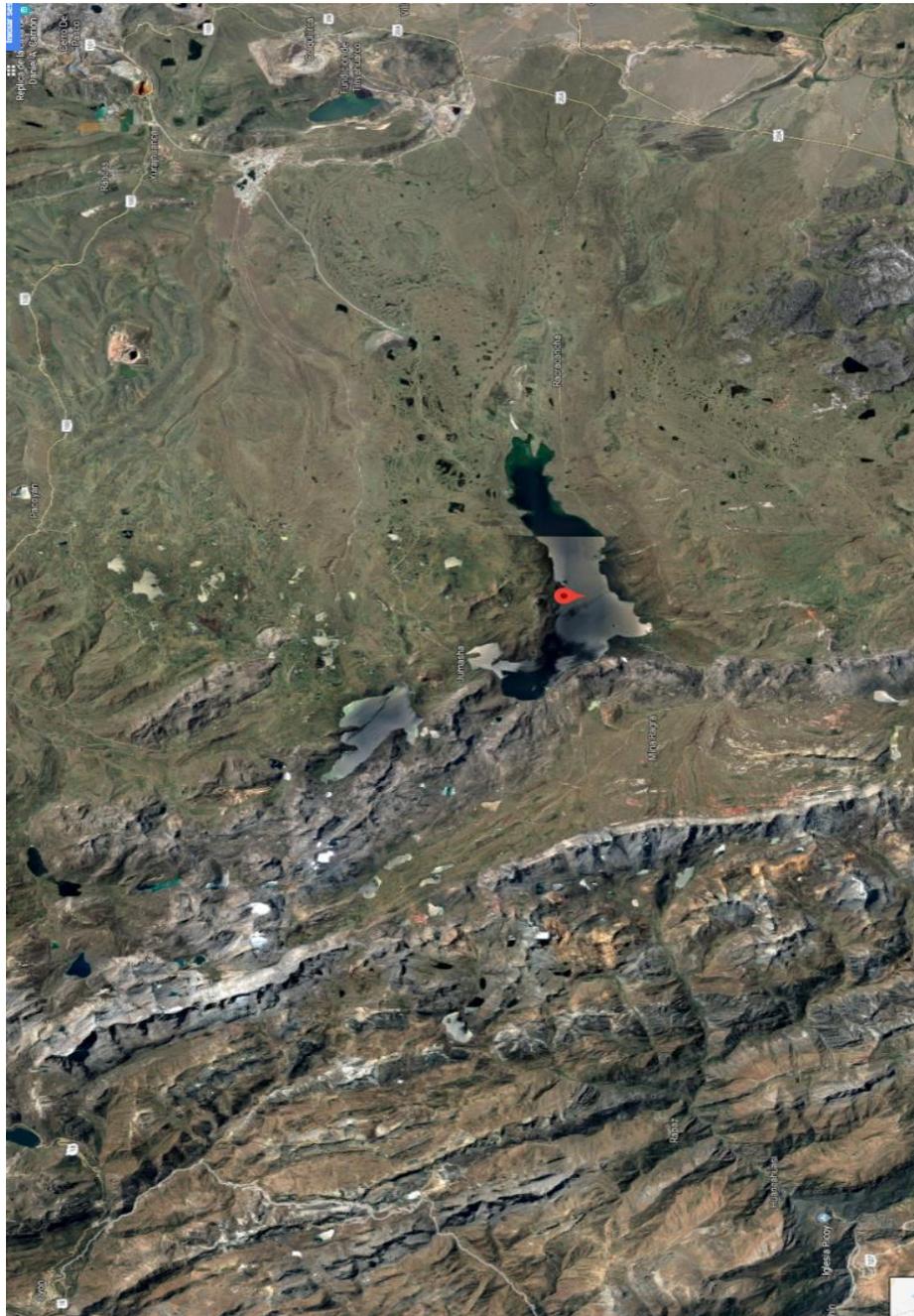


Foto N°1 desde el satélite de la laguna de Punrun Cortesía de Google



### INFORME DE ENSAYO N° 400-2019-RIVELAB/FQ

#### I. DATOS GENERALES:

SOLICITANTES	Corelia Estefani Salazar Ramirez
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	P-1
✓ PROCEDENCIA	Provincia de Pasco
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 1000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	06/06/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquimica par a uso en agua potable

#### II. RESULTADOS:

##### ENSAYO FISICO-QUIMICO

Características	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	7.74
Conductividad (25°)	µS/cm	225
Solidos Totales	ppm	113
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	3.6
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	<0.07
DQO	ppm O <sub>2</sub>	< 1
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.06
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	152
Oxígeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	7.61

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquímicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a Categoría 1 Agua para población y recreacional, Subcategoría A Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable. A-1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Trujillo, 13 de Junio del 2019



JOSE RIVERO CORCUERA  
Ingeniero Químico  
R. CIP. 130519

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL - ACEITE

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108  
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com  
joferime@hotmail.com

Cel. #955805353  
RPM: #942101990  
Fijo: 044 346297

INFORME N° 399-2019-RIVELAB Pág. 1


**INFORME DE ENSAYO N° 400-2019-RIVELAB/FQ**
**I. DATOS GENERALES:**

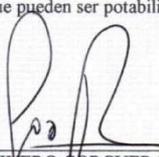
SOLICITANTES	Corelia Estefani Salazar Ramirez
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	P-2
✓ PROCEDENCIA	Provincia de Pasco
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 1000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	06/06/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquimica par a uso en agua potable

**II. RESULTADOS:**
**ENSAYO FISICO-QUIMICO**

Características	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	7.59
Conductividad (25°)	µS/cm	387
Solidos Totales	ppm	194
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	0
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	2.1
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	<0.5
DQO	ppm O <sub>2</sub>	< 1
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.02
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	102
Oxígeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	7.14

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquimicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a Categoría 1 Agua para población y recreacional, Subcategoría A Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable .A-1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Trujillo, 13 de Junio del 2019


  
 JOSE RIVERO CORCUERA  
 Ingeniero Químico  
 R. CIP. 130519

AGUAS

SUELOS

ALIMENTOS

MINERALES

CAL

ACEITE

INFORME N° 399 -2019-RIVELAB Pág. 1

# ANEXO D



## RIVELAB - S.A.C. LABORATORIO DE ANÁLISIS



### INFORME DE ENSAYO N° 399-2019-RIVELAB/FQ

#### I. DATOS GENERALES:

SOLICITANTE	Corelia Estefani Salazar Ramirez
ENSAYO SOLICITADO	Fisicoquimico
<b>IDENTIFICACION DE LA MUESTRA</b>	
✓ MUESTRA	P-3
✓ PROCEDENCIA	Provincia de Pasco
✓ NUMERO DE MUESTRAS	01
✓ PRESENTACION/CANTIDAD	Frasco/ 5000 mL
✓ FECHA DE INGRESO DE LA MUESTRA	06/06/2019
✓ FINES DE ANALISIS	Cumplimiento Fisicoquímica par a uso en agua potable

#### II. RESULTADOS:

##### ENSAYO FISICO-QUIMICO

Caracteristicas	Unidades	Resultados
Turbiedad	UNT	0
Aceites y grasas	mg/ L	0
pH	valor de pH	7.78
Conductividad (25°)	μS/cm	407
Solidos Totales	ppm	214
Sulfatos	ppm SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0
Cloruros	ppm Cl <sup>-</sup>	3.5
Cianuro	ppm CN <sup>-</sup>	0
DBO	ppm O <sub>2</sub>	<0.5
DQO	ppm O <sub>2</sub>	<1
Nitrato	ppm NO <sub>3</sub> -NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.05
Nitrito	ppm NO <sub>2</sub> -N	0
Carbonato	ppm CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	0
Bicarbonato	ppm HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	151
Oxígeno disuelto	ppm O <sub>2</sub>	7.55

**CONCLUSIONES:** La muestra cumple las especificaciones fisicoquimicas establecidas por Decreto Supremo N° 004-2017-MINAN correspondiente a Categoría 1 Agua para población y rereacion, Subcategoría A Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable A-1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Trujillo, 13 de Junio del 2019



*(Signature)*  
JOSE RIVERO CERCERA  
Ingeniero Químico  
R. CIP. 130519

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - CAL - ACEITE

Jr. Pizarro N° 137 - Oficina N° 108  
Trujillo - Perú

rivelabperu@hotmail.com  
joferime@hotmail.com

INFORME N° 399-2019-RIVELAB Pág. 1

Cel. #955805353  
RPM: #942101990  
Fijo: 044 346297



## SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA **DELTA**S R.L

### REPORTE DE ANÁLISIS

N° 085-deltas-2019

SOLICITANTE : CORELIA STEFANI SALAZAR RAMIREZ  
MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO P-1  
PROCEDENCIA : LAGUNA DE PUNRUN  
FECHA DE INGRESO : 01 DE OCTUBRE DE 2019  
MUESTRA PUESTA EN EL LABORATORIO

RESULTADOS:

ELEMENTO	mg/L (A)
VANADIO	0.04
PLOMO	<0.01
CADMIO	<0.01
ARSÉNICO	<0.01
ALUMINIO	0.02
BARIO	0.03
ZINC	0.029
ANTIMONIO	0.0023
HIERRO	0.3
NIQUEL	<0.01
COBRE	0.01

(A): MÉTODO DE EMISIÓN ATÓMICA EN EL ICP-OES TELEDYNE PRODIGY XP

TRUJILLO 10 DE OCTUBRE DE 2019

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ

JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



## ANEXO F



# SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA DELTAS S.R.L.

## REPORTE DE ANÁLISIS

N° 085-deltas-2019

SOLICITANTE : CORELIA STEFANI SALAZAR RAMIREZ  
MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO P-2  
PROCEDENCIA : LAGUNA DE PUNRUN  
FECHA DE INGRESO : 01 DE OCTUBRE DE 2019  
MUESTRA PUESTA EN EL LABORATORIO

RESULTADOS:

ELEMENTO	mg/L (A)
VANADIO	0.03
PLOMO	<0.01
CADMIO	<0.01
ARSÉNICO	0
ALUMINIO	0.017
BARIO	0.02
ZINC	0.018
ANTIMONIO	0.002
HIERRO	0.02
NIQUEL	<0.01
COBRE	0.02

(A): MÉTODO DE EMISIÓN ATÓMICA EN EL ICP-OES TELEDYNE PRODIGY XP

TRUJILLO 10 DE OCTUBRE DE 2019

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



Urb. Monserrate 5 'Etapa Mz. D2 Lote 9 - Trujillo - La Libertad R.U.C. 20482155058  
Telef.: 044-280011 - 949 960633 - 949 564849. E-mail: deltas09@yahoo.com

## ANEXO G



# SERVICIOS DE ANÁLISIS Y ASESORÍA DELTAS S.R.L

### REPORTE DE ANÁLISIS

N° 085-deltas-2019

SOLICITANTE : CORELIA STEFANI SALAZAR RAMIREZ  
MUESTRA : AGUA PARA CONSUMO HUMANO P-3  
PROCEDENCIA : LAGUNA DE PUNRUN  
FECHA DE INGRESO : 01 DE OCTUBRE DE 2019  
MUESTRA PUESTA EN EL LABORATORIO  
RESULTADOS:

ELEMENTO	mg/L (A)
VANADIO	0.03
PLOMO	<0.01
CADMIO	<0.01
ARSÉNICO	0
ALUMINIO	0.017
BARIO	0.02
ZINC	0.018
ANTIMONIO	0.0021
HIERRO	0.02
NIQUEL	<0.01
COBRE	0.02

(A): MÉTODO DE EMISIÓN ATÓMICA EN EL ICP-OES TELEDYNE PRODIGY XP

TRUJILLO 10 DE OCTUBRE DE 2019

  
ING. NOÉ COSTILLA SÁNCHEZ  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP 18715 / PERITO QUÍMICO



## ANEXO H



**Foto N°2** Monitoreo de agua en la laguna de Punrun sector Jumasha Punto P-1



**Foto N°3** Ubicando la posición del punto de monitoreo sector Jumasha punto P-1.

## ANEXO I



**Foto N°4** Monitoreo de agua en la laguna de Punrun en el cuerpo receptor de agua de la mina el Brocal punto P-2



**Foto N°5** Ubicando la posición del punto P-2



**Foto N°5** Monitoreo de agua de la laguna de Punrun sector Ucrucancha Punto P-3



**Foto N°6** ubicando la posición del punto P-3

## ANEXO J

### ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA CATEGORÍA

**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 potabilizadas 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	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	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	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO <sub>3</sub> -) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> -) (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	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5

Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	( e )	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	Nº Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**

<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

Fuente: Anexo I, D.S. N°004-2017-MINAM