



# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## ESCUELA DE POSGRADO

### MAESTRÍA EN CIENCIAS INGENIERÍA QUÍMICA



#### TESIS

### ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MITIGACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL HUAILLA PUJO, PARA CONSUMO DE LOS POBLADORES DE LA COMUNIDAD DE CHILA TIQUILLACA - PUNO

#### PRESENTADA POR:

**FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE**

**MAGISTER SCIENTIAE EN**

**SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL**

**PUNO, PERÚ**

**2023**



NOMBRE DEL TRABAJO

**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MITIGACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL HUAILLA PUJO, PARA CONSUMO D**

AUTOR

**Felipe Santiago Gonzales Mendoza**

RECuento DE PALABRAS

**17989 Words**

RECuento DE CARACTERES

**97809 Characters**

RECuento DE PÁGINAS

**95 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**19.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Oct 23, 2023 12:28 PM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Oct 23, 2023 12:30 PM GMT-5**

● **9% de similitud general**

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

- 9% Base de datos de Internet
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)



*Walther B. Aparicio Aragón Ph. D.*  
M. Sc. & Ingeniero Químico  
DOCENTE PRINCIPAL a D.E.  
Reg. CIP 30291



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO



ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN CIENCIAS - INGENIERÍA QUÍMICA

TESIS

ANÁLISIS FISIQUÍMICO Y MITIGACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL  
MANANTIAL HUAILLA PUJO, PARA CUNSUMO DE LOS POBLADORES DE LA  
COMUNIDAD DE CHILA TIQUILLACA - PUNO

PRESENTADA POR:

FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA

PARA OPTAR EL GRADO ACADEMICO DE

MAGISTER SCIENTIAE EN

SEGURIDAD INDUSTRIAL Y AMBIENTAL



APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE

  
D. Sc. MOISÉS PÉREZ CAPA

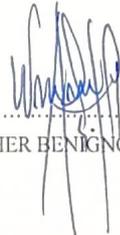
PRIMER MIEMBRO

  
M. Sc. RENÉ JUSTO QUISPE FLORES

SEGUNDO MIEMBRO

  
M. Sc. JORGE ARUÑANCA CARTAGENA

ASESOR DE TESIS

  
Ph.D. WALTHER BENIGNO APARICIO ARAGÓN

Puno, 14 de junio de 2023

ÁREA : Investigación  
TEMA : Calidad de agua  
LÍNEA: Recursos Naturales y Medio Ambiente



## DEDICATORIA

*A Dios por haberme acompañado, durante todas las etapas de mi vida. Por permitirme contar con una familia maravillosa como son mi esposa y mis hijos, hermanos y amigos, todos ellos muy extraordinarios.*

*A mi esposa Gloria B Quispe por su apoyo incondicional y permanente y a mis hijos por ser considerado y pacientes.*

*A mis padres Eusebio y Juana por haberme dado una formación llena de amor. Y felicidad*

*A mis hermanos Benito, Félix y Silvestre, por el apoyo y estímulo permanentemente, a seguir adelante.*

***Felipe Santiago Gonzales Mendoza***



## AGRADECIMIENTOS

*A la Universidad Nacional del Altiplano por la formación académica, asimismo a la maestría de Ingeniería Química por haberme formado en la especialidad de Ingeniería Química. A mi asesor PhD. Walther Benigno Aparicio Aragón por su apoyo continuo que me brindo durante el proceso de elaboración y ejecución.*

*Felipe Santiago Gonzales Mendoza*



## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	viii
RESUMEN	ix
PISYACHIYNIN	x
INTRODUCCIÓN	1

### **CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA**

1.1. Marco teórico	2
1.1.1. Agua	2
1.1.1.1. Ciclo del agua	4
1.1.2. Generalidades Del Agua	4
1.1.2.1. Agua para consumo humano	5
1.1.2.2. Agua de manantial	6
1.1.2.3. Agua De Rio	7
1.1.2.4. Agua De Subsuelo	7
1.1.2.5. Agua de lluvia	9
1.1.2.6. Agua potable	9
1.1.2.7. Agua de mar	11
1.1.2.8. Agua del lago	12
1.1.3. Contaminación Del Agua	12
1.1.4. Factores de la precipitación pluvial	18
1.1.4.1. Intensidad	18
1.1.4.2. Tanque de almacenamiento:	18
1.1.4.3. Red de distribución:	19
1.1.4.4. Régimen:	19
1.1.4.5. Calidad	20
1.1.4.6. Frecuencia	20
1.1.4.7. Duración	20
1.1.5. Calidad agua	20
1.1.5.1. Color Del Agua	21
1.1.6. Parámetros físicos del agua.	23



1.1.6.2. Aluminio	23
1.1.6.3 Alcalinidad	23
1.1.6.4. Cloruros	23
1.1.7. La Hidrología	23
1.2. Antecedentes	24
1.2.1. A Nivel Internacional	24
1.2.2. A Nivel Nacional	27
1.2.3. A Nivel Local	33

## **CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

2.1. Identificación del problema	36
2.2. Enunciados del problema	37
2.2.1. Problema general:	37
2.2.2. Problemas específicos:	37
2.3. Justificación	37
2.4. Objetivos	38
2.4.1. Objetivo general	38
2.4.2. Objetivos específicos	38
2.5. Hipótesis	38
2.5.1. Hipótesis general	38
2.5.2. Hipótesis específicas	38

## **CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de Estudio	40
3.2. Población	40
3.3. Muestra	41
3.3.1. Ubicación de pozos de agua:	41
3.4. Método de investigación	44
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	44
3.5.1. Uso de materiales y equipos.	44
3.6. Metodología experimental en base a los objetivos específicos	44
3.6.1. Huaila pujo manantial N° 01 y 02	45

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. Resultados del Análisis Físicoquímico	46
4.2. Análisis de presencia de iones metálicos	49
4.3 Análisis microbiológico de aguas	53
4.4. Mitigación	55
CONCLUSIONES	56



BIBLIOGRAFIA	58
ANEXOS	62



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
1. Parámetros fisicoquímicos	45
2. Experimentos para la mitigación de los iones metálicos Huilla Pujo manantial 1	45
3. Datos de los parámetros fisicoquímicos de los manantiales 1 y 2.	46
4. Resultados del análisis de iones metálicos en manantial 1 y 2 Huilla Pujo	49
5. Resultados de la evaluación de iones metálicos del manantial 1 Huilla Pujo.	51
6. Resultados de la evaluación de iones metálicos del manantial 2 Huilla Pujo.	52
7. Análisis de presencia de bacterias coliformes totales y coliformes fecales del manantial 1 y 2.	53



	<b>Pág.</b>
1. Vista satelital de la ubicación de los manantiales huaila pujo 1 y 2	40
2. Vista satelital de Manantial Huaila pujo 1	42
3. Vista de manantial Huaila pujo 01	42
4. Vista satelital de huaila pujo 02	43
5. Vista de Huaila pujo 02	43
6. Características Físico-Químico de manantial 1 y 2.	47
7. Características Químicas de manantial 1 y 2.	47
8. Análisis fisicoquímico de manantial 1.	48
9. Análisis fisicoquímico de manantial 2.	48
10. Resultados del análisis de iones metálicos del manantial 1 Huaila Pujo.	50
11. Resultados del análisis de iones metálicos del manantial Huaila pujo 2.	50
12. Limite permisible de coliforme de manantial Huaila pujo 1.	54
13. Limite permisible de coliformes de manantial Huaila pujo 2	54



	<b>Pág.</b>
1. Resultados de análisis fisicoquímico del Pozo 01	62
2. Análisis Químico de huaila pujo 2	63
3. Resultados de análisis de presencia de metales del agua manantial Huaila pujo 1.	64
4. Resultados de análisis de presencia de metales del agua manantial Huaila pujo2.	68
5. Resultados de análisis microbiológico en los manantiales huaila pujo 1 y 2	72
6. DECRETO SUPREMO DE- NORMAS LEGALES MINAM	73

## RESUMEN

La investigación sobre la calidad de agua del manantial huaila pujo, se realizó con el objetivo de ejecutar un análisis fisicoquímico para determinar si es factible para el consumo de los pobladores de la comunidad de Chila, la metodología está basada en dos componentes: análisis fisicoquímico, presencia de metales y microbiológico, cada uno contiene los certificados correspondientes en función a los límites permisibles de acuerdo a normas técnicas , clasificación de uso del Agua (ANA), resultados: se desprende que el agua del manantial Huilla Pujo 1 y 2 todos los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a normas técnicas y clasificación de uso de Agua (ANA), Conclusiones: Después de haber analizado las muestras de agua del manantial 1 y manantial 2 se identificó los parámetros fue evaluado y comparado los parámetros fisicoquímicos que no exceden los límites permisibles de la ANA y del MINAN por lo tanto es apto para el consumo humano, animal y vegetal. Se ha analizado la presencia de los iones metálicos en el laboratorio de análisis de metales lo cual se ha encontrado que el contenido de iones metálicos es menor a los límites máximos permisibles de acuerdo al parámetro de la ANA y MINAN. También se realizó el análisis microbiológico, lo cual ha demostrado que no superan los límites máximos permisibles de la ANA y MINAN. No se realizó mitigación ya que el agua de estos manantiales no presenta impurezas que causen daños a la salud humana, animal y vegetal.

**Palabras clave:** Agua, análisis, calidad, metales pesados, manantial

## PISIYACHIYNIN

Huaila Pujo pukyupa yakupa allin kayninmanta investigacionqa, ruwakurqa analisis fisicoquímico nisqa ruwaywan, chaynapi yachanapaq sichus ruway atikunmanchu Chila ayllupi yachaqkunapa mikuyninpaq, chay metodología nisqa kimsa componentekunapim sayarichisqa kachkan: analisis fisicoquímico, microbiológico y mitigacin, sapakamahmi chay certificados correspondientes nisqakuna kachkan chay límites permisibles nisqapi técnico nisqaman hina normas nisqamanta chaymanta clasificacin de uso de agua nisqamanta Autoridad Nacional de Agua (ANA) nisqamanta, resultados nisqapi: qawarikunmi Huilla Pujo pukyumanta yaku, Pozos 1 y 2, llapan parámetros fisicoquímicos nisqakunam kachkanku chay límites permisibles nisqapi técnico nisqaman hina normas nisqamanta chaymanta clasificacin de uso de agua nisqamanta Autoridad Nacional de Agua (ANA) nisqamanta, chaymantaqa qatipanmi chay cationes metálicas nisqapa kayninqa, metales tóxicos nisqapas chaymanta/utaq metales pesados nisqapas, yaqa mana imachu, iskaynin pukyupahqa allintam uraypi kachkanku chay límites máximos permisibles, chaymi chay pukyukunamanta yakuqa chiqaptam tukukunman, mana ima laya hampiywanpas, chaymi mana mitigacin nisqa ruwanachu, chaymi runapa mikuyninpaq allin. Tukuchiykuna: Chay yaku muestrakuna 1 y primavera 2 nisqamanta qawarisqa kaspankum, chay parámetros nisqakuna riqsichisqa, chaymantam chay parámetros físicoquímicos nisqakuna mana ANA, MINANpa limite permisibles nisqamanta aswan kaqkunata chaninchaspa tupachirqaku, chaymi runapa mikuyninpaq allin. , uywa hinaspa verdurakunatapas. Chay laboratorio de análisis de metales nisqapi iones metálicos nisqakuna kasqanmi qawarisqa, chaypim tarikurqa chay contenido de iones metálicos nisqa pisilla kasqanmanta chay límites permisibles nisqamanta chay parámetros ANA y MINAN nisqaman hina. Chaynallataqmi ruwakurqa analisis microbiológico nisqapas, chaymi mana aswan hatunchu chay ANA, MINANpa permisibles límites nisqamanta. Mana ima laya mitigacin nisqapas ruwakurqachu, chay pukyukunamanta yakuqa manam qhillikunatachu rikurichin, chaymi runapa, uywakunapa, yurakunapa qhali kayninta dañanman.

**Keywords:** Kamas rimay pujo, unu, Uyariqkunaq, mitigacion, puky.

## INTRODUCCIÓN

El agua siempre ha sido utilizada por el hombre, pero hace poco que se ha percatado de su importancia y del peligro puede tener en la salud, si esta no llena la calidad sanitaria, para que pueda ser consumida con confianza por el ser humano y otros servicios, entre ellos domésticos, industriales, agrícolas, etc., además, debe contarse con instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de condiciones de vida. Para esto, hoy en día se han implementado los métodos o medios adecuados que disminuyan la contaminación del agua, (Gámez, 2002).

El agua es un líquido constituido por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrógeno, un volumen de oxígeno por dos de hidrógeno, su fórmula química es el  $H_2O$  y es el más importante de los compuestos y uno de los principales constituyentes del mundo en que vivimos y de la materia viva, (Rúqueme, 2013).

De esta manera un agua para que sea apto para consumo humano debe cumplir con las normas, los parámetros permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, para esto se realizan constantes mediciones y tomas de muestra del agua para saber si esta cumple con los estándares de calidad, (Larry, 2002).

Los manantiales son aguas subterráneas que debido a la orografía del terreno emergen a la superficie, generalmente en laderas o llanuras, al encontrar las corrientes capas impermeables en los suelos por los que discurren. El agua que se encuentra en la naturaleza es pura, a través de su paso por el suelo se carga de minerales que le darán sus características peculiares, pero también puede recoger materia orgánica, gases o microorganismos. Tradicionalmente la población asocia el agua de manantial con buena calidad, confiando que el proceso de depuración natural, al filtrarse por distintas capas freáticas, elimine las sustancias no deseadas, (Rodríguez, Martínez y Hernández, 2003).

Son el punto donde desagua un manto acuífero en el lugar en que éste corta la superficie terrestre, Según su origen las aguas se pueden clasificar en: aguas superficiales, aguas subterráneas, aguas industriales, aguas residuales, aguas de riego, aguas lluvias. El agua no tratada se llama “agua natural” y el agua tratada se llama “agua depurada”. El agua es un líquido vital para la vida, presentando una diversidad de usos como son consumo humano, uso industrial, uso agrícola, preservación de flora y fauna, usos recreativos, entre otros (OPS, 2004).

## CAPÍTULO I REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1. Marco teórico

#### 1.1.1. Agua

El agua es un recurso natural renovable, vital, frágil y estratégico para el desarrollo sostenible (ANA, 2012). Es el más importante de todos los compuestos químicos y es esencial para el mundo y la vida en que vivimos. Uno de los compuestos más valiosos de la materia. Casi las tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas por agua, que constituye alrededor del 60% al 70% del cuerpo humano, porque casi siempre contiene minerales y sustancias orgánicas disueltas (Organización Mundial de la Salud - OMS, 2006). Sin embargo, el aumento excesivo de la demanda de agua debido al crecimiento demográfico ha llevado a que la demanda se convierta en una importante preocupación de seguridad nacional en muchos países (Figuerola, 2004).

Se sabe que es una sustancia química formada por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno que puede existir en cualquiera de tres estados: líquido, gaseoso y sólido (Sierra, 2011).

El objetivo de este trabajo es analizar los oligoelementos contenidos en dos muestras de suelo contaminado de Huancabamba mediante el método analítico de extracción con agua descrito en la norma española UNE 77322. Suelo contaminado utilizando los recursos analíticos del Laboratorio de Química de la Universidad de Piura. También se determinaron las concentraciones actuales de estos elementos y se compararon con las reportadas en Arsenic and Heavy Metal Contamination of Soil and Vegetation Around Copper Mines in Northern Peru (1997). Por tanto, para el proceso de extracción se utilizaron los procedimientos estandarizados de la norma UNE 77322, mientras que para la cuantificación de estos elementos se utilizó la espectroscopía fotómetro de absorción atómica. El

estudio concluyó que el uso de reactivos que cumplen con los requisitos de pureza especificados y la correcta selección de materiales y equipos de laboratorio proporcionados por el laboratorio de química permitieron ajustar con éxito los estándares para obtener y analizar muestras de oligoelementos. Además, concentraciones inusuales de elementos como cadmio, cobre y plomo son indicios de minería en la zona, especialmente de metales no ferrosos

Rúqueme(2013).Dice que el agua es un líquido compuesto por dos sustancias gaseosas: oxígeno e hidrógeno, un volumen de oxígeno por dos hidrógenos, su fórmula química es H<sub>2</sub>O y es el compuesto más importante y uno de los principales componentes del mundo en el que vivimos. , concretamente de materia viva.

Ocola & Laqui (2017). Por ello, define el agua como uno de los recursos naturales necesarios para la vida en general y el mantenimiento de los ecosistemas; es un recurso limitado, escaso y frágil, que al mismo tiempo es estratégicamente importante para el desarrollo socioeconómico de las personas, porque no hay agua en cantidad y calidad, la vida y el desarrollo no son posibles, la paz social no es posible.

Ocola & Torres (1997). Está claro que un mejor acceso al agua potable puede tener beneficios reales para la salud, por lo que se deben hacer todos los esfuerzos posibles para que el agua potable sea lo más segura posible (OMS, 2004). El agua turbia no es apta para el consumo humano, por lo que afirman que el agua no es ni muy dura ni muy blanda. El principal requisito es que no pueda estar expuesta en ningún momento a contaminación excretora o efluentes industriales, por lo que el agua debe ser considerada de "buena calidad", siempre debe prevalecer -entre los requisitos- la seguridad de su calidad microbiológica. De lo contrario, los bebés y los niños pequeños, así como las personas médicamente frágiles o que viven en el agua, corren un mayor riesgo de contraer enfermedades transmitidas por el agua. Condiciones insalubres y larga vida. (OMS, 2004).

Larry (2002). De esta manera un agua para que sea apto para consumo humano debe cumplir con las normas, los parámetros permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, por esto se realizan muchas mediciones y toma de muestras del agua para investigar si esta cumple con los requisitos de calidad.

Gámez (2000). El agua es un líquido incoloro, casi inodoro e insípido, su fórmula química es  $H_2O$ , éste líquido esencial para la vida animal y vegetal, es muy empleado como solventes. El agua potable contaminada causa enfermedades , malestares tanto en los países que se desarrollan como en los desarrollados, al mismo tiempo constituye un recurso valioso en el desarrollo de la vida y de la industria.

Gámez (2002). El agua siempre ha sido utilizada por el ser humano, pero fue hace poco que se ha descubierto su importancia y del peligro que puede llegar a traer en la salud, si no se tiene una calidad sanitaria, para que pueda ser bebida con confianza por el ser vivo y otros servicios, entre ellos domésticos, industriales, agrícolas, etc. , además, se debe tener con instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de las condiciones de vida. Para esto, hoy en día se han implementado los métodos o medios adecuados que disminuyan la contaminación del agua.

#### **1.1.1.1. Ciclo del agua**

Se pudiera permitir que la cantidad total de agua que existe en la Tierra, en sus tres fases: sólida, líquida y gaseosa, se ha mantenido constante desde la aparición de la humanidad. El agua de la Tierra se divide en tres reservorios: los océanos, los continentes y la atmósfera, entre que existe una circulación continua (el ciclo del agua o ciclo hidrológico). El movimiento del agua en el ciclo hidrológico es conservado por la energía del sol y por la fuerza de la gravedad. El ciclo hidrológico es definido como la secuencia de fenómenos por los cuales el agua pasa de la superficie terrestre, en la fase de vapor, a la atmósfera y regresa en sus fases líquida y sólida. La transferencia de agua desde la superficie de la Tierra hacia la atmósfera, en la forma de vapor de agua, sucede gracias a la evaporación directa, a la transpiración por las plantas y animales y por sublimación (paso directo del agua sólida a vapor de agua)

#### **1.1.2. Generalidades Del Agua**

Gámez (2002). El agua es el compuesto químico con mayor relevancia en la superficie terrestre y está creado por la combinación de un volumen de Oxígeno y dos de Hidrógeno ( $H_2O$ ), es un líquido, inodoro, insípido, incoloro en pequeñas

cantidades y verdoso en grandes masas. Se solidifica a 0°C y hierve a 100°C. Cubre aproximadamente tres cuartas partes en la superficie terrestre. Crea la lluvia, las fuentes, los ríos, los mares y los lagos . Constituye del 50% al 90% de peso, de todas las plantas y animales (Gámez 2002). El agua que obtenemos en la naturaleza no es químicamente pura, las aguas de consumo provienen del subsuelo y al pasar por diferentes estratos de la corteza terrestre arrastran 12 sustancias de diferente naturaleza, algunas como el Flúor y el Yodo son provechosas para el hombre, otras, aunque no llegan a ser perjudiciales, producen colores, olores o sabores desagradables.

Sagardoy (1993). que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua.

Lampoglia (2011). Indica El filtro lento de arena es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo. imita el proceso de purificación que se crea en la naturaleza cuando el agua de lluvia atraviesa los estratos de la corteza terrestre y se crean los acuíferos o ríos subterráneos.

Sagardoy (1993). El agua purificada es agua que generalmente está disponible para el consumo humano. Se somete a diversos procesos de purificación para cumplir con estándares de calidad más estrictos que el agua potable tradicional. Esta agua es muy similar al agua que se consumía hace miles de años y se considera la más cercana al agua potable en cuanto a pureza y calidad.

#### **1.1.2.1. Agua para consumo humano**

López (2007). Procesos como desarenado, coagulación, mezcla rápida, floculación, sedimentación, filtración, clarificación y desinfección son necesarios para producir agua apta para el consumo humano.

MINSA (2011). "Se basan en el terreno, los caminos y la ubicación de las fuentes de abastecimiento y embalses, lo que determina el tipo de red de distribución , Cualquier agua que sufra procesos físicos, químicos y/o biológicos para transformarla en productos no peligrosos destinados al consumo humano.

### 1.1.2.2. Agua de manantial

El agua de un manantial proviene del subsuelo de una fuente de dentro de la tierra que puede ser en el pie de las rocas que emergen de la superficie terrestre, también algunos manantiales suelen producir de las filtraciones de aguas lluvia también de las orillas de rocas ígneas que dan de producir a las aguas termales.

Antiguamente se conocía al agua como agua de buena calidad por la depuración natural en distintas capas friáticas en donde se elimina las sustancias que no es necesario para la salud humana y los seres vivos.

Rodríguez, Martínez y Hernández (2003). Los manantiales son aguas subterráneas que, debido a la topografía, aparecen en la superficie cuando el agua se encuentra con una capa impermeable de terreno por donde fluye, generalmente en laderas o llanuras. El agua no es pura por naturaleza porque pasa a través del suelo, es rica en minerales que le confieren propiedades únicas, pero también puede recoger sustancias orgánicas, gases o microorganismos. Tradicionalmente, la gente asociaba el agua de manantial con una alta calidad y creía que el proceso de purificación natural elimina las sustancias no deseadas mediante el filtrado a través de diferentes niveles de agua.

Organización Panamericana de la Salud (2004). El agua se puede clasificar según su origen: agua superficial, agua subterránea, agua industrial, agua residual, agua de riego y agua de lluvia. El agua cruda se llama "agua natural" y el agua purificada se llama "agua purificada".

Organización Panamericana de la Salud (2004). El agua es un fluido esencial para la vida y puede utilizarse de muchas formas como consumo, uso industrial, uso agrícola, conservación de flora y fauna, uso recreativo, etc.

Organización Panamericana de la Salud (2004). El agua destinada al consumo humano debe cumplir determinadas características fisicoquímicas y microbiológicas para ser apta para este fin.

Leal y Rodríguez (1998). Se trata de flujos naturales de agua que se originan en un punto o una pequeña zona de la Tierra. Pueden ocurrir en tierra firme o

en cursos de agua de arroyos, ríos, lagunas o lagos. Además, pueden ser permanentes o intermitentes y derivar de agua de lluvia filtrada o tener origen magmático. El caudal de agua de 24 manantiales depende de la estación y de las precipitaciones. Durante períodos de sequía o escasez de precipitaciones, el Zamp a menudo se seca, pero otras áreas tienen arroyos abundantes y constantes que proporcionan un importante suministro de agua local

### **1.1.2.3. Agua De Rio**

DIRESA (1993 - 1997). El agua superficial se refiere al agua que forma ríos, océanos, embalses naturales, lagunas, etc. Aunque esta agua es cristalina, a menudo está contaminada y no es apta para el consumo humano hasta que se trata adecuadamente. A medida que recorren la superficie de la tierra, también recogen grandes cantidades de bacterias; A su paso por las ciudades, reciben aguas residuales de alcantarillas y basura, contaminando así las fuentes de agua.

### **1.1.2.4. Agua De Subsuelo**

Batres, Flores & Quintanilla (2010). agua subterránea. "Se crean porque el escurrimiento de los estanques y/o el agua de lluvia ingresan en el suelo de la zona saturada. "Esta captación de agua se puede obtener a través de manantiales, filtros y pozos"

Sánchez (2005). El agua que logra fluir por las profundidades de la tierra en la llamada zona no saturada (agua subterránea) llega al nivel freático y permanece por encima de la zona saturada, el espacio en el que todas las rocas y el suelo se llenan de agua.

Leal (1998). Lo define como parte del ciclo hidrológico, incluido el movimiento continuo del agua en el suelo y la atmósfera a través de la evaporación y la precipitación. El agua no se evapora directamente. Se filtra a través de las profundidades de la tierra para formar acuíferos subterráneos. La calidad del agua puede verse afectada por contaminantes que se filtran en la superficie del suelo, se filtran en las aguas subterráneas y fluyen hacia las salidas.

Sierra (2011). En los acuíferos, los regímenes de flujo son relativamente estables en términos de velocidad y dirección, con velocidades promedio que varían de 10-10 a 10-3 m/s, y están gobernados por la porosidad y permeabilidad de la formación.

Organización Panamericana de la Salud (2005). En muchos casos, el agua es de buena calidad y libre de sólidos en suspensión, excepto en zonas afectadas por una gestión limitada del agua. Cabe mencionar que en los últimos años se ha descubierto que algunos pozos pueden contener contaminación microbiana que ha pasado exitosamente a través de filtros de piedra natural, grava y arena de sanitarios cercanos, fosas sépticas, pastos para ganado o contaminación por sustancias orgánicas. dañan la salud del ser humano y el medio ambiente en general.

Anawar (2013). Debido al rápido crecimiento demográfico, el desarrollo industrial y el consumo de agua, los recursos hídricos enfrentan múltiples amenazas de contaminación, lo que ha generado alarma para el desarrollo sostenible global. Los ecosistemas de agua dulce son utilizados y contaminados por procesos geológicos naturales y actividades humanas.

Jiang et al. (2009). El agua subterránea juega un papel importante en el desarrollo socioeconómico de la región.

Smedley & Kinniburgh (2002). La presencia de oligoelementos en las aguas subterráneas es motivo de gran preocupación porque afecta el uso potencial del agua. La contaminación por arsénico de las aguas subterráneas es cada vez más preocupante debido a su alta toxicidad y su uso generalizado.

Bhowmick et al. (2018). El uso de agua contaminada con arsénico para consumo también se considera una vía importante de exposición. Actualmente se acepta generalmente que las vías por las que la población local está expuesta al arsénico son diversas y están estrechamente relacionadas con el estilo de vida diario de la gente.

Shakoor et al. (2017). El consumo de agua potable contaminada es una fuente importante de exposición al arsénico para millones de personas en algunos países asiáticos y americanos.

Niazi et al. (2018). Según se informa, el consumo humano de abundante agua ha afectado a más de 200 millones de personas en 105 países de todo el mundo. Más importante aún, más de 100 millones de personas enfrentan esos riesgos de salud en el sur de Asia, como Bangladesh, India y Pakistán.

Smedley & Kinniburgh (2002). Las concentraciones de arsénico en aguas naturales varían ampliamente, desde menos de 0,5 µg/L hasta más de 5000 µg/L. Las concentraciones típicas en agua dulce son inferiores a 10 µg/l y, a menudo, inferiores a 1 µg/l. Las concentraciones más altas son raras, especialmente en las aguas subterráneas. En estas zonas, más del 10% de los pozos (definidos como pozos superiores a 50 microgramos por litro) pueden verse "afectados" y, en el peor de los casos, esta cifra puede superar el 90%. Se han descubierto importantes sitios con alto contenido de arsénico en Argentina, Chile, México, China y Hungría, y más recientemente en Bengala Occidental (India), Bangladesh y Vietnam.

#### **1.1.2.5. Agua de lluvia**

Batres, Flores & Quintanilla (2010). "Se refiere a la fuente de abastecimiento más primordial que proporcionarán los embalses o captaciones que dinamicen la red fluvial de la región. "Crea fuentes superficiales y subterráneas a través de la escorrentía".

Castillo (2013). Considera que en cuanto a la distribución de las precipitaciones, cabe señalar que la distribución de las precipitaciones en el país no es constante ni uniforme, lo que puede afectar a la población que sufre sequía, lo que puede generar conflictos sociales. El agua de lluvia puede tener efectos nocivos en las tierras agrícolas, ya que provoca erosión, que se ve agravada por la deforestación, el pastoreo excesivo, etc. Por tanto, es útil utilizar agua de lluvia porque es adecuada para zonas donde llueve ocasionalmente porque puede almacenar agua durante las sequías, y para zona lluviosas porque ayuda a prevenir la erosión.

#### **1.1.2.6. Agua potable**

SUNASS (2000). Sistema de suministro de agua bebibible "El nombre de todos los equipos, instalaciones, tuberías y accesorios inevitables para la captación,

transporte, tratamiento y comercialización del agua a los usuarios"

- A. Componentes del sistema de abastecimiento de agua potable Para satisfacer las necesidades de la población, el sistema de agua potable debe contar con los siguientes componentes: captación y tuberías de agua, planta de tratamiento, almacenamiento de agua, estaciones de bombeo y red de abastecimiento de agua para consumo. (OOPS, 2006).
- B. Fuentes de abastecimiento de agua potable Trabajaremos para que el sistema sea de la calidad y cantidad necesaria para satisfacer las necesidades de la población. Debemos reconocer la proximidad de las fuentes de agua, la topografía, la ubicación geográfica, la variación anual, el rendimiento mínimo, los análisis físicos, químicos, de vulnerabilidad y microbianos, según corresponda. Investigación (Norma OS.010,2006)

Cánepa (2004). El agua potable se refiere al agua que cumple con los requisitos de calidad del agua para consumo humano según lo definen las normas y reglamentos nacionales, y que esencialmente cumple con los siguientes requisitos:

- Libre de microorganismos patógenos.
- No contiene compuestos nocivos para la salud.
- Apto para consumo con bajo contenido de color y sabor y olor aceptables.
- No contiene compuestos que puedan causar corrosión o incrustaciones en los accesorios de plomería.

Según (Organización Mundial de la Salud, 2004), el sistema de seguridad para el agua potable humana es:

- Objetivos de protección de la salud basados en la evaluación de riesgos para la salud.
- Evaluar el sistema de suministro de agua para determinar si es capaz de proporcionar agua que cumpla con los objetivos de protección de la salud en su conjunto (desde la fuente hasta el punto de consumo, incluido el tratamiento).
- El seguimiento operativo de las medidas de control de los sistemas de suministro de agua es particularmente importante para garantizar su seguridad.
- El plan de gestión documenta el plan de evaluación y monitoreo del sistema

y describe las acciones a tomar durante la operación normal y cuando ocurren incidentes, incluida la expansión y mejora, la documentación y la comunicación.

- Un sistema de monitoreo independiente para verificar el correcto funcionamiento de los componentes anteriores.

#### **1.1.2.7. Agua de mar**

Batres, Flores & Quintanilla (2010). superficie del agua. “Se crean en hoyos o excavaciones superficiales de la tierra y escorrentías superficiales del agua de lluvia. Estos cuerpos de agua pueden ser arroyos, ríos, lagos y manantiales abiertos.

Establece que la contaminación del medio acuático es la introducción de cualquier sustancia, sustancia o energía en el medio acuático en cualquier estado y forma agregados, que tenga consecuencias nocivas o peligrosas, como la destrucción o daño de los recursos biológicos, daños a el entorno acuático. ambiente. Zonas interiores y/o costeras; peligros para la salud humana; barreras a las actividades acuáticas, incluida la pesca y otros usos legales del agua; Deterioro de la calidad del agua por uso y daños al medio acuático y áreas recreativas

Ministerio del Ambiente (2016). Define el golfo en su contorno, como toda depresión bien definida, su penetración tierra adentro, en proporción a la anchura de su desembocadura, está rodeada de aguas costeras, y es más que una mera curvatura de la costa; Sin embargo, si la superficie del hueco no es igual o mayor que la superficie del semicírculo cuyo diámetro es la boca del hueco, el hueco no se considerará un hueco. El significado de la bahía.

Angelier (2002). Define la estructura física de la bahía, que a menudo se utiliza para muelles y puertos, creando importancia económica y social para las comunidades circundantes, ya que el transporte marítimo impulsa gran parte del comercio mundial. Desde el punto de vista ambiental, cabe mencionar que la formación del puerto crea una barrera biológica que ayuda a equilibrar la dinámica del mar.

Dirección General de capitanía y Guardacostas (2014), describe la bahía como una depresión bien definida cuya penetración tierra adentro en relación con el ancho de la ensenada es tal que contiene agua rodeada por un banco y forma más que una simple bahía.

#### **1.1.2.8. Agua del lago**

El agua de mar es dulce y generalmente limpia, por lo que crecen algas, pero no se encuentran muchas algas en la Tierra porque el agua es mayoritariamente salada. El agua dulce requiere menos tratamiento químico, lo que también se logra mediante un proceso de aireación para ayudar a ablandar el agua de mar.

#### **1.1.3. Contaminación Del Agua**

Damià y López de Alda (2003). El agua es un recurso hídrico natural, indispensable para la para tener vida y dar sostenimiento al medio ambiente, que, como consecuencia del rápido desarrollo humano y económico y del uso inadecuado que se ha hecho de este recurso vital como medio de eliminación, ha sufrido un alarmante deterioro.

Durante décadas, toneladas de sustancias biológicamente activas, abreviadas para su usanza en hagricultura, la industria, la medicina, etc., han sido derramadas al medio ambiente sin remediar en las posibles consecuencias. El problema de la contaminación se notó principios del siglo XIX, se debe resaltar que el problema de la escasez, aspecto que está adquiriendo proporciones alarmantes a causa del cambio climático y la progresiva desertización que está tolerando el planeta.

Un agua clara y bebible es una necesidad humana primordial; sin embargo, el acceso a ella continúa estando en una gran dificultad para muchas comunidades de países en progreso. La alteración de los parámetros del agua mediante organismos patógenos constituye da surgimiento a enfermedades que preocupan a las autoridades, un gran número de poblaciones se enfrenta a una contaminación química creciente proveniente del uso de agroquímicos, actividades industriales y fuentes domésticas. (Damià y López de Alda, 2003).

El recurso hídrico puede sufrir diferentes tipos de contaminación entre las cuales tenemos:

**Contaminación Química:** se conoce como a la variedad de productos químicos como productos industriales, detergentes, aceites disolventes, pesticidas, herbicidas y combustible se pueden acumular en el agua. Contienen compuestos orgánicos e inorgánicos diluidos o dispersos en el agua. Los contaminantes inorgánicos son numerosos productos diluidos o diseminados en el agua que provienen de descargas domésticas, agrícolas e industriales o de la merma del suelo. Los principales son cloruros, sulfatos, nitratos y carbonatos. Además desechos ácidos, alcalinos y gases infectados diluidos en el agua como los óxidos de azufre, de nitrógeno, amoníaco, cloro y sulfuro de hidrógeno (ácido sulfhídrico). Los contaminantes orgánicos también son combinados diluidos o dispersos en el agua que proceden de desechos domésticos, agrícolas, industriales y de la erosión del suelo. Son desechos humanos y animales, de vestigios o mataderos, de proceso de alimentos para humanos y animales, numerosos productos químicos industriales de origen natural como aceites, grasas, breas y tinturas, y numerosos bienes químicos sintéticos como pinturas, herbicidas, insecticidas, etc. Los contaminantes orgánicos efectúan el oxígeno diluido en el agua y perturban a la vida marina. Las reuniones anormales de compuestos de nitrógeno en el agua, tales como el amoníaco o los cloruros se traen como índice de la presencia de dichas corrupciones contaminantes en el agua. (Calvo, 2016)

- **Contaminación Microbiológica:** se denomina a la cantidad de microorganismo patógeno (bacterias, virus y protozoos) pueden contaminar el agua. El mal estado del agua en sus parámetros trae enfermedades como la cólera y otros. Es la contaminación producida por gérmenes potencialmente patógenos. Las bacterias son pequeños organismos vivos, responsables de muchas de las enfermedades producidas por el agua. A pesar de que las coliformes son en iniciación pacíficas, su apariencia en el agua indica la posibilidad de una contaminación por gérmenes. En consecuencia, un agua que contiene bacterias coliformes no es un “agua segura” para beber y/o cocinar. Las coliformes totales son comunes en el medio ambiente (tierra) y en el intestino de los animales. Las coliformes fecales y la Escherichia Coli (E.Coli) se encuentran principalmente en los residuos fecales de los animales. La corrupción por coliformes fecales puede provenir de cloacas o alcantarillas colindantes, fosas sépticas, granjas de animales, roedores contiguos

o pozos mal clausurados. Esta contaminación puede embutir en el pozo, o sistema de tuberías durante su edificación o resarcimiento de alguna avería. Si se recibe el agua de consumo directamente del grifo y no utiliza depósitos de almacenamiento, no debe preocuparse por este tipo de contaminación. Las aguas de abastecimiento público son habitualmente tratadas con cloro para desinfectar y eliminar cualquier viable contaminación microbiológica. Otros posibles sistemas de desinfección pueden ser: Adición de Corominas, Rayos Ultravioletas, Ozono. Si hubiera algún desorden intestinal, diarreas repetitivas, vómitos, calambres abdominales, examine su agua. Consulte con su municipalidad o compañía suministradora del agua. Niños y ancianos son más dispuestos a la contaminación de coliformes. Si es preciso, descarte una potencial contaminación microbiológica ejecutando un análisis del agua de beber. Si su agua es de un pozo de su posesión, fuente o manantial, o bien tiene depósitos de almacenamiento, es recomendable hacer análisis microbiológicos habituales, ya que existen muchas posibilidades de contaminación por coliformes. Incluso, habiendo instalado un sistema de desinfección, conviene controlar al menos dos veces al año los posibles crecimientos bacteriológicos.

- **Contaminantes que consumen oxígeno:** abundancia de materiales biodegradables. - Materia en interrupción y sustancia inmiscibles. Según el tipo de sustancia actual, los tipos de contaminación del agua se logran congregan en los siguientes 8 grupos:

**a. Microorganismos patógenos**

Este tipo de contaminación se origina por microorganismos, como bacterias, virus, protozoos... que producen enfermedades peligrosas como el cólera, tífus, hepatitis, etc.

**b. Desechos orgánicos**

Su principio son los residuos procedentes por las actividades del ser humano, como el ganado. La coexistencia en agua de materia biodegradable o materia de fácil desintegración fomenta el crecimiento de bacterias aeróbicas que efectúen el oxígeno existente. La falta de oxígeno problematiza la vida de los organismos aerobios, y los anaerobios libren sustancias venenosas tales como

amoníaco o sulfuros.

**c. Sustancias químicas inorgánicas**

Como son los ácidos, sales y metales tóxicos. En concentraciones excelsas pueden causar graves perjuicios en los seres vivos, bajo beneficio de las producciones agrícolas y deterioro en los equipos de trabajo.

**d. Nutrientes vegetales inorgánicos**

Como son los nitratos y fosfatos. Son sustancias solubles que las plantas necesitan para su desarrollo y que estimulan el crecimiento de algas y otros organismos. Esta clase de contaminación provoca a la eutrofización de las aguas, lo que sobrelleva el uso de todo el oxígeno presente. Ello dificulta la actividad de otros organismos, disminuyendo la biodiversidad en el agua.

**e. Compuestos orgánicos**

Como el petróleo, la gasolina, los plásticos, los plaguicidas, etc. Son sustancias que pueden persistir extensos periodos de tiempo en el agua, al ser dificultosos de degradar por los microorganismos.

**f. Sedimentos y materiales suspendidos**

Son partículas que no se diluyen fácilmente en el agua. Estas partículas crean turbidez, que entorpece la vida de los organismos bajo el agua. Los sedimentos permanentes pueden dañar a los organismos marinos en la labor de áreas de alimentación, desove de peces u atrancando cursos de agua.

**g. Sustancias radiactivas**

Como son los isótopos radiactivos solubles. Cuando están presentes en el agua, pueden acumularse en las cadenas tróficas durante largos periodos de tiempo, y acumularse en los tejidos de los organismos vivos.

**h. Contaminación térmica**

Es provocada por las céntricas de energía u otras industrias que libran agua a altas

temperaturas, logrando disminuir la cabida de mantener oxígeno afectando arduamente a los organismos acuáticos.

Ramalho (1996). Contaminación Ambiental Se logra decir que los términos, contaminación del aire y agua, contaminación ambiental y ecología, no se utilizaron sino desde de los años 60, probablemente porque eran imprecisos para los pobladores de esa época. Continuamente, la población está siendo blanco de un bombardeo por parte de los medios de noticia, con demostraciones que sostienen que el hombre trabaja o busca desplegar a través de la destrucción de los recursos naturales, lo que conllevaría a la desaparición de la humanidad, solo con el propósito de obtener ganancias económicas.

Brack y Mendiola (2004). El agua se considera contaminada cuando se altera su composición de tal forma que resulta menos apta para cualquier o todas las funciones y propósitos para los que sería apropiada en su estado natural. Alteraciones tales como: propiedades físicas, 10 químicas y biológicas, asimismo, la descarga de sustancia líquidas, gaseosas o sólidas que producirán alteraciones en las aguas, siendo un peligro para la salud estatal, la ganadería, la agricultura y la fauna marina

Red Muqui (2015). La contaminación de agua se debe a la libertad de contaminantes tóxicos contenidos en los restos mineros y desde las labores mineras, los tajos abiertos, lossocavones y otros. Existen diferentes fuentes y mecanismos de liberación de estos contaminantes, el potencial de liberación de estos elementos y el riesgo asociado depende de las condiciones específicas del sitio, incluye el diseño, la maniobra de la extracción, del proceso de la extracción, gestión de residuos, calidad de medidas de mitigación, aspectos ambientales como el clima y la proximidad de los posibles receptores

Red Muqui (2015). Los principales mecanismos de transporte a las aguas superficiales y subterráneas son las descargas directas de las aguas de proceso, las aguas de mina, escurrimiento superficial y la infiltración. Otros impactos lo conforman la descarga superficial de sedimentos contaminantes, la reducción del pH, la destrucción de ecosistemas hídricos y la contaminación de agua potable

Red Muqui (2015). La presencia de sulfuros en los restos y labores mineras da como

consecuencia la formación de desagüe ácido de mina (DAM) con altos contenidos de metales pesados y arsénico. La formación de DAM se debe a la oxidación del agua y oxígeno, reaccionando para formar ácidos sulfúricos que fácilmente disuelven metales como el hierro, cobre, aluminio y plomo, este proceso puede ser natural, pero el desarrollo minero puede acelerar en gran medida la prontitud a la que se produce tales reacciones

Red Muqui (2015). Las aguas superficiales se pueden contaminar debido a la erosión y descarga de sedimentos y/o materiales provenientes de los tajos, pilas de lixiviación, relaveras, desmonte, etc.

Cánepa (2004). La contaminación del agua subterránea, aunque es menor que la del agua superficial, se debe especialmente a la agricultura, al arrastrar el agua infiltrada numerosos compuestos químicos utilizados como fertilizantes o abonos, o asimismo productos fitosanitarios para la disputa contra las enfermedades y plagas, o incluso por humedecer con agua salada o salobre, aceites de petróleo, mala soltura de la basura, otros compuestos y se ha convertido también en una preocupación en los países industrializados y de todos. El desarrollo e industrialización supone un mayor consumo del agua, una gran generación de residuos, muchos de los cuales van a parar a ríos y mares; el uso de medios de transporte fluvial y marítimo que en diversas ocasiones son origen de contaminación de las mismas, debido a que puede verter combustible. Un ejemplo de esto actual son los barcos petroleros que son limpiados en el mar para evitar las plantones en los puertos, contaminando de esta forma la superficie del mar y luego, por consecuencia de las corrientes, los litorales.

Chowdhury, Mazumder, Al-Attas, & Husain (2016). La contaminación por metales traza en el agua potable representa una amenaza grave para la salud humana a través de la exposición a largo plazo. Las poblaciones están expuestas a metales pesados principalmente a través del consumo de agua, pero pocos metales pesados pueden bio acumularse en el cuerpo humano (por ejemplo, en los lípidos y el sistema gastrointestinal) y pueden inducir el cáncer y otros riesgos. Hasta la fecha, pocos miles de publicaciones han reportado varios aspectos de metales pesados en el agua potable, incluyendo los tipos y cantidades de metales en agua, sus fuentes, los factores que afectan a sus concentraciones en puntos de exposición, la exposición humana, riesgos potenciales y su eliminación del agua potable. Muchos países en desarrollo se

enfrentan con el reto de reducir la exposición humana a los metales pesados, debido a sus limitadas capacidades económicas de utilizar las tecnologías avanzadas para la eliminación de metales pesados

Dirección General de Capitanías y Guardacostas (2014). Determina que la contaminación del medio acuático, es la introducción en el medio acuático de toda materia, sustancia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que causa efectos perjudiciales o peligrosos, tales como la desolación o daños a los recursos vivos, a la vida marina y/o a la zona costera; riesgos para la salud; obstaculización de las actividades marinas, incluida la pesca y otros usos legítimos de las aguas; desperfecto de la calidad del agua para su utilización y menoscabo del medio ambiente acuático y lugares de esparcimiento.

Ministerio del Ambiente (2012). Precisa a la fuente de contaminación como el lugar donde un contaminante es libre al ambiente y pueden ser fuentes precisas o fijas, así como fuentes diseminadas o de área y también fuentes móviles.

Secretaría de Estado de Medio Ambiente (2003), define a una fuente de contaminación como cualquier actividad o facilidad (estructura, edificio, embarcación) que pueda generar o esté generando descargas de contaminantes vertidos directa o indirectamente al medio ambiente. Las mismas que se dividen en puntuales y dispersas.

#### **1.1.4. Factores de la precipitación pluvial**

##### **1.1.4.1. Intensidad**

es el grado de fuerza de energía lo cual realiza una acción o se comporta un fenómeno o sentimiento

Amaya (1998). Es la altura de la lluvia expresada en milímetros, que se calcula mediante el pluviómetro el cual se mide por periodos de tiempo; estos datos se consideran de importancia debido a que una mayor intensidad genera mayores problemas como la erosión del suelo.

##### **1.1.4.2. Tanque de almacenamiento:**

Amaya (1998). Son aquellos recipientes, los cuales son normalmente fabricados de una forma cilíndrica, que sirven para almacenar y conservar productos líquidos

o sólidos.

Mark Ludwigson (2020) Los tanques de almacenamiento de agua son elementos imprescindibles para poder abastecer a la población de este recurso. También son favorecedoras desde un punto de vista financiero al reducir el tamaño de las instalaciones de tuberías necesarias y al restar el consumo de energía. Los tanques de almacenamiento de agua se delimitan en prácticamente en todos los sistemas de repartición de agua a nivel mundial que es la necesidad humana y para los seres vivos que habitan en el globo terráqueo .

Este término se le imputa al agua que ya ha sido tratada y desinfectada y que por lo tanto, está lista para ser comercializada de inmediato a la población en general. La tabla que aparece a continuación resume a grandes rasgos los propósitos y funciones de un tanque de almacenamiento de agua final.

#### **1.1.4.3. Red de distribución:**

Castillo (2013). Es aquel conector que sirve o aporta en la distribución del líquido, para poder ser evocado en un tanque o recipiente netamente diseñado para tal fin.

(Comisión Nacional del Agua) Una red de distribución (que en lo sucesivo se denominará red) es el conjunto de tubos, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de servicio o de distribución hasta la toma domiciliaria o hidrantes públicos. Su finalidad es proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como extinguir incendios.

#### **1.1.4.4. Régimen:**

Es la conducta del caudal de agua en promedio que transporta un río en cada mes a lo largo del año. Depende del régimen pluviométrico, pero asimismo de la temperatura de la cuenca (que establece la mayor o menor evaporación), del relieve (en especial, de las pendientes), la geología, la vegetación y la acción humana. El régimen fluvial también debe contener los valores extremos en la meteorología de la cuenca, en específico, la frecuencia de crecidas y estiaje y el módulo con sus desvíos, con el objetivo de efectuar las obras de infraestructura apropiadas.

Díaz & Pretel (2014). Son aquellas condiciones en las que se va a dar un tratamiento al agua captada, para poder utilizarla como un consumo humano.

#### **1.1.4.5. Calidad**

Díaz & Petrel (2014). Son aquellas propiedades va a adquirir el líquido después de ser tratado mediante por los proseso quimico químicos e ingredientes purificadores.

CAURURO (2018) La calidad del agua se define en función de un conjunto de características variables fisicoquímicas o microbiológicas, así como de sus valores de aprobación o de rechazo, la calidad físico-química del agua se fundamento en la determinación de sustancias químicas determinadas que pueden afectar a la salud (OMS, 2006) tras cortos o largos periodos de exposición la evaluación de la calidad del agua es un causa de enfoque variada que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con correspondencia a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos afines con la salud (OPS, 2005), el agua destinada a ser consumida por el hombre ha sido, y es, de fundamental importancia, interviniendo en el mismo muchos componentes que pueden afectarla, siendo las actividades antrópicas una de las principales principios de contaminación del agua.

#### **1.1.4.6. Frecuencia**

León (2016). Es la continuidad con la cual llueve en el periodo de un año.

Son el numero de veces que llega en un determinado de de tiempo en cualquier proceso que es el reciproco de frecuencia

#### **1.1.4.7. Duración**

León (2016). Es el tiempo por el cual llueve, y junto con la intensidad y la frecuenciase obtiene las curvas de intensidad-duración-frecuencia que sirven para calcular los escurrimientos máximos.

### **1.1.5. Calidad agua**

Sierra (2011). La calidad del agua se precisa en serie de factores físicos, químicos y biológicos de elementos inorgánicos y orgánicos. La descripción general de la calidad

del agua debe realizarse esencialmente en la medición de indicadores físicos, químicos y los cálculos de estas se ejecutan en el campo de laboratorio y se generan varios tipos de datos que después es necesario explicar.

Sierra (2011). La representación general de la calidad del agua debe cumplir esencialmente en la medición de indicadores físicos, químicos y los cálculos de estas se hacen en el campo de laboratorio y se crean varios tipos de datos.

Romero (2005). En todos los países se sistematiza la Calidad Del Agua destinada para agua potable, implantando y efectuando con la normatividad de calidad de H<sub>2</sub>O. Las exigencias en cuanto a calidad de agua potable se observa el gran avance en cuanto a los parámetros máximos permisibles que son reguladas por las entidades competentes. Recurriendo a las nuevas alternativas de tratamientos para alcanzar los estándares de calidad.

El autor indica las siguientes dimensiones y sus indicadores:

- Parámetros físicos
- Turbiedad.- la turbiedad es la medida de transparencia que pierde el agua de ser incoloro por la presencia de partículas en descanso

En la investigación de Huaila Pujo de la comunidad de chila del distrito de Tiquillaca-Puno, el agua es incoloro de acuerdo de los análisis realizados en el laboratorio de Ingeniería Química.

#### **1.1.5.1. Color Del Agua**

El color de agua es incoloro de este lugar que brota del subsuelo a la vez esta agua es consumido por las habitantes de la comunidad.

El 80% del deterioro de la calidad del agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de la presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas, siendo este tipo de actividades las que mayor impacto causa en la calidad del agua. Sin embargo, el uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recargas de aguas subterráneas, erosión y carga de sedimentos (Sanfeliú, 2001).

- **Olor y sabor** olor y sabor se llega a saber con el sentido de olfato y gusto
- **Temperatura.** es cuando cuando existe un grado de nivel térmico de agua o de la atmosfera.
- **Sólidos.** Es cuando el agua se encuentra congele lado a una temperatura mayor de 100°C y concentra su estado normal
- **Conductividad.** La conductividad es cuando conduce la electricidad. Alaves esta relacionado a la dureza.

Romero (2004). La calidad de un agua es la propiedad general para saber si un agua es apta para consumo humano o para determinar la contaminación que presenta. Las aguas residuales están alteradas por distintos compuestos orgánicos e inorgánicos en macropartículas, procedentes de las diversas actividades antrópicas como las actividades industriales, actividades agrícolas, actividades domésticas, etc. las actividades mencionadas son los principales alteradores de la calidad de un ambiente acuático. Por tal razón se requiere analizar las siguientes características físicas químicas y biológicas de las aguas.

El agua dulce es uno de los recursos hídricos escasos en el planeta tierra que representa en 3% del total del agua en el universo en el presente trabajo de investigación y se encuentra presente en varias formas, los antiguos filósofos consideraban el agua como un elemento básico que representaba a todas las sustancias líquidas. En 1781 el químico británico Henry Cavendish sintetizó agua detonando una mezcla de hidrógeno y aire en el mundo se encuentra más o menos el 3 % de agua dulce y el 97 % de agua es del restante es agua salada.

Sin embargo, los efectos de este experimento no fueron aclarados claramente hasta dos años más tarde, cuando el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier planteó que el agua no era un elemento sino un combinado de oxígeno e hidrógeno. (Araujo 2003).

## **1.1.6. Parámetros físicos del agua.**

### **1.1.6.1. Temperatura**

Es un indicador de magnitud física que nos indica cuantitativamente, el estado de “caliente” o “frío” en el comportamiento del recurso hídrico (Peña, 2019), este parámetro tiene gran importancia en la actividad biológica del agua e influye en la conducta de otros indicadores (Aznar, 2000).

### **1.1.6.2. Aluminio**

Un componente natural del agua, debido principalmente a que forma parte de la estructura de las arcillas. Puede estar presente en sus formas solubles o en sistemas coloidales, responsable de la turbiedad del agua. El problema mayor lo constituyen las aguas que presentan concentraciones altas de aluminio, las cuales confieren al agua un pH bajo, debido a sus propiedades anfóteras, que hacen que sus sales se hidrolicen creando ácidos débiles (APHA et al. 1995).

### **1.1.6.3 Alcalinidad**

La alcalinidad representa la capacidad tapón del agua; la capacidad del agua de equilibrar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad asegura el agua en los niveles del pH.

### **1.1.6.4. Cloruros**

Las fuentes comunes de cloruro son la halita, fuentes termales y salmueras (Hounslow, 1995). Las concentraciones elevadas de cloruro hacen que el agua tenga un sabor desagradable, el cual depende de la composición química del agua (OMS, 1995). Si el catión predominante es el sodio, una concentración de cloruro de 250 mg/L puede tener un sabor salado detectable, pero si prevalecen el calcio y magnesio, no se detecta (APHA et al. 1995).

## **1.1.7. La Hidrología**

La hidrología versa sobre el agua de la tierra, su existencia, así como su distribución, sus propiedades físicas también químicas y su influencia en el medio

ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca la historia completa del agua sobre la tierra. En la superficie terrestre, el agua dulce puede viajar a muy diversas velocidades, normalmente por caminos ya establecidos que pueden cambiar lentamente a través del tiempo. Estos caminos se combinan para crear redes de arroyos y ríos en las concavidades hidrológicas, de manera que el agua destila por gravedad desde sus orígenes hasta el mar, existiendo así desde cuencas diminutas hasta cuencas gigantescas. Entonces, los factores de los que depende la escorrentía superficial son fundamentalmente Clima (precipitaciones, temperatura, etc.), Relieve, Vegetación y Geología (factor productor a su vez de los suelos en función también del clima). Los fenómenos y procesos hidrológicos parten de los análisis sobre las sucesiones de datos de la diferenciación espacio temporal de los flujos terrestres vistos a través de algunas variables del ciclo hidrológico, como la precipitación, evaporación, escorrentía, entre otras. Dichas series son convertidas en información para poder ser utilizada en la toma de decisiones. Por ejemplo, hoy día se destaca la previsión, predicción y actuación frente a fenómenos tales como las inundaciones, la evaporación en lagos y embalses, las insuficiencias hídricas de los cultivos y el riego, los procesos de sequías y desertificación, las reservas hídricas, la erosión debida a la lluvia o las oscilaciones climáticas y su impacto sobre lluvias extremas o recursos hídricos. Ordinariamente, los componentes del balance hídrico que se intercalan con mayor frecuencia para el análisis de los recursos hídricos son las características de la precipitación y de la escorrentía, aunque muy minúsculo también se representa la relación entre la evaporación real y potencial. Básicamente estas variables del ciclo hidrológico son monitoreadas a través de redes de medición (Aparicio,1997).

## **1.2. Antecedentes**

Como antecedentes del trabajo de investigación, se tiene:

### **1.2.1. A Nivel Internacional**

Xia et al. (2020) el agua cargada de algas con baja turbidez es un problema crítico en los lagos eutróficos de las regiones áridas. Por lo tanto, cómo separar efectivamente las algas y la turbidez es un problema urgente para el procesamiento y producción de agua de consumo humano. Se investigó el rendimiento de la

floculación magnética de la purificación de agua cruda cargada de algas mediante el uso de floculante compuesto magnético  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /poliacrilamida catiónica (CPAM). La eficiencia de eliminación de *Chlamydomonas sp.*, turbidez y UV254 se evaluó en diferentes relaciones de masa de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ : CPAM, dosis y valores de pH. Se probó la recuperación y reutilización de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /CPAM en floculación. Además, se examinó la magnetización de saturación de floculantes y flóculos y la potencial zeta del sobrenadante en la separación magnética, y el mecanismo de floculación de *Chlamydomonas sp.* fue explorado en consecuencia. Además, se comparó la eficiencia de eliminación de materia orgánica extracelular unida (BEOM) y materia orgánica extracelular disuelta (DEOM) utilizando  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /CPAM. El mecanismo de floculación y las interacciones entre  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /CPAM y las materias orgánicas extracelulares se analizaron de acuerdo con espectros ultravioleta (UV), espectros de matriz de emisión de excitación (EEM) tridimensional de fluorescencia, cromatografía de permeación en gel (GPC) y espectroscopia foto electrónica de rayos X (XPS). Obteniéndose resultados más del 97 % de la clorofila a (Chla), el 87 % de la turbidez y el 65 % de UV254 se eliminaron con una dosis de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /CPAM de 1,2 mg/l, una relación de masa de  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ : CPAM de 1,5:1,0 y un pH de 4.0–9.0. La neutralización de carga fue dominante a  $\text{pH} < 9,0$ , mientras que la adsorción a través de enlaces de hidrógeno jugó un papel importante a  $\text{pH} > 9,0$ . Las sustancias similares al ácido húmico y las proteínas similares al triptófano fueron los componentes principales de DEOM, mientras que las sustancias similares al ácido fúlvico, las proteínas similares al triptófano y algunos polisacáridos existían en BEOM.  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /CPAM mostró un excelente rendimiento en la unión con los grupos funcionales en proteínas similares al triptófano, como los grupos amino, carboxilo e hidroxilo.

Ma et al. (2019) en su trabajo de investigación, se utilizaron gradualmente polisilicato de aluminio y magnesio (PSAM) y poliacrilamida catiónica (cPAM) para el tratamiento de agua potable. El floculante se caracterizó por espectroscopía infrarroja transformada de Fourier, microscopía electrónica de barrido y espectroscopía de dispersión de energía. Luego se aplicó PSAM-cPAM para flocular la muestra de agua simulada. La muestra de agua simulada se preparó con caolín y humato de sodio. La eficiencia del tratamiento de floculación dependía en gran medida de las condiciones de floculación. Se optimizaron parámetros

importantes, como el valor de pH de la muestra de agua simulada, la temperatura, el tiempo de sedimentación, la dosis total de floculante y los tipos de floculante, para garantizar un rendimiento de floculación eficaz. Bajo condiciones optimizadas, la eficiencia de remoción (más del 98%) fue sobresaliente en términos de turbidez y remoción de color. Además, la neutralización de carga, el efecto puente y la interacción de coprecipitación podrían desempeñar un papel crucial en el proceso de floculación. Se encontró que los floculantes compuestos que consisten en PSAM y PAM son amigables con el medio ambiente, altamente eficientes y de sedimentación rápida en el tratamiento de agua potable.

Watanabe et al. (2021) en el trabajo de investigación describen el efecto de la adición de enzimas de (proteínas M) para la reducción de la turbidez y la autofloculación de partículas sólidas de las aguas residuales en la elaboración de fideos de harina de trigo, determinó que la sedimentación de las partículas sólidas depende en gran medida de la adición y concentración de enzimas y del nivel del pH. Para lo cual realizaron diferentes experimentos agregando Proteasa, disminuyendo la turbidez más del 90%, esto sugiere que el fuerte potencial zeta (-) de las partículas sólidas formadas por la proteasa reducen la turbidez y la floculación/sedimentación de las partículas sólidas y dependen de las propiedades electrostáticas.

Ríos et al. (2017). El trabajo de investigación “Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano.” La investigación llegó a la siguiente conclusión: El objetivo del estudio fue describir los importantes indicadores microbiológicos empleados para la estimación del agua potable, como componente clave para proponer una nueva representación de monitoreo en Colombia. Los resultados permiten considerar como buenos indicadores, también de las bacterias y protozoos determinados en la norma, algunos elementos microbianos como virus u otras bacterias y parásitos.

Briñez y Arias (2012). El trabajo de investigación “Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Lima. Facultada en la Nacional de Salud Pública”. La investigación concluyó: La calidad del agua; se encontró vinculada estadísticamente con significancia con el acueducto, alcantarillado, nivel educativo y calidad del agua. Discusión: será obligatorio el progreso de la calidad

del agua, extendiendo la cobertura de servicios, el informe epidemiológico y la promoción de comprensivas prácticas higiénico-sanitarias.

Samboni et al. (2011). El trabajo de indagación “Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la acogida hídrica neta”. La investigación llevo a la siguiente conclusión: Las variables de mayor presencia en el valor final de los ICA los patógenos y las asociadas a presencia de material particulado; sin embargo, para una evaluación más integral del río, y el posible uso del suelo que pueden propiciar en la fuente un{ a presencia de otras sustancias causantes de peligro sanitario.

Piqueras (2015). La cualidad de fisicoquímica del agua en los manantiales de los términos municipales de Benafer, Caudiel y Viver (Castellón) reporto rangos de pH 7.49 a 7.74, cloruros 8.90 a 12.30 mg/L, nitratos 39.30 a 42.40 mg/L, magnesio 3.00 a 29.50 mg/L, calcio 133.90 a 148.90 mg/L. Por otro lado, Robles, Ramírez, Durán, & Martínez, 2010, logro en su estudio calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México en el manantial P4 con características fisicoquímicas en sólidos diluidos 1198.00 mg/L, sulfatos 740.00 mg/L y dureza total 736.00 mg/L.

### **1.2.2. A Nivel Nacional**

Zúñiga (2020). La labor de investigar el “Diagnostico del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Clara – año 2020” El objetivo de la investigaciones Diagnosticar el sistema de suministro de agua esterilizada de los pobladores de la Comunidad Nativa Santa Clara. Metodología para desarrollar será aplicada nivel descriptivo, permitiendo reportar al cabo una recopilación de información en la Comunidad Nativa Santa Clara, para corroborar la información de la población existente. A partir de los datos de la Población actual planeada a una población futura.

Se realizó un estudio de calidad de agua superficial del río San Pedro desde su origen cerca de la ciudad de Cananea, Sonora, México hasta el límite con Estados Unidos de América. Se analizó el potencial de hidrógeno (pH), la conductividad eléctrica, los sulfatos y metales pesados totales: Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn, realizada en los meses de abril y agosto de 1999, se hicieron únicamente dos

muestreos. En ambas etapas se colectaron muestras de agua superficial en 8 estaciones de muestreo. Se comparó la calidad del agua. Con base en los resultados logrados, se observó la presencia de valores excelsos de algunos metales pesados totales (Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb y Zn), conductividad eléctrica y sulfatos; así como valores inferiores de pH en ambas etapas, en las épocas de muestreo más colindantes a la explotación minera (específicamente al Depósito Concentradora Vieja). Dichos valores fueron superiores a los máximos permitidos establecidos en los Criterios Ecológicos de Calidad de Agua. En orden de importancia, se encontró que la explotación minera de la región es la principal fuente de contaminación del río San Pedro. Las descargas de aguas negras sin tratamiento provenientes de la ciudad de Cananea, se consideran como la segunda fuente de contaminación más importante de este río (Gómez et al., 2004).

Bianchini (2009). Sobre la Situación de los Recursos Hídricos en Pasco. La situación de la calidad de las aguas se encuentra en un escenario crítico, especialmente por los impactos de la actividad minera. A pesar de una abundancia de recursos en toda la zona el abastecimiento para la población es bastante minúsculo, muchos barrios no tienen agua si no una hora diaria o cada dos días. 1 Libro - Asociación Civil Centro de Cultura Popular Labor - 2009 10 Además del abastecimiento de agua, también la condición químico físico de las aguas en la zona es muy crítica. El Río Huallaga es el río que se encuentra en excelente condición. El pH se encuentra alcalino a lo largo de todo el río y también se encuentran valores bastantes valiosos de arsénico, aluminio y estaño; sin embargo, es alarmante la presencia de altas cantidades de plomo en los puntos H2 y H3 que se encuentran posteriormente de la salida de aguas del proyecto minero Atacocha. También los valores de aluminio, cadmio y arsénico (todos metales muy dañinos por la salud) aumentan mucho después de la salida de aguas de la mina Atacocha. Algunos valores vuelven más bajos en el punto H3 gracias a la afluencia de aguas más limpias desde otros ríos menores

Ortiz (2014). La investigación realizada determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para coliformes totales fueron de 0 a 67.50 NMP/100 mL. Sin embargo, Meza R & Laura h.(2015). en su investigación calidad bacteriológica de los manantiales del centro de investigación y producción de Chucuito (CIPCH) UNA

reportaron para coliformes totales en el manantial Murinlaya un promedio de 2100.00 a 6320.00 NMP/100 mL superando los límites permisibles. Por otra parte, Vilca, en la evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de las aguas de manantial como fuente de agua de sus habitantes reportó paracoliformes totales un promedio de 18.33 NMP/100 mL. La calidad bacteriológica de agua de charco y agua potable utilizada en los mercados en la ciudad de Puno, los resultados en agua de pozo del mercado Bellavista en coliformes totales fueron 827.25 NMP/100 mL.

Cano (2019). El trabajo de investigación “Determinación de la concentración de arsénico (as) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación” En el presente estudio se desarrolló la concentración de arsénico total (As) en las aguas de pozos particulares en la Provincia de San Román Juliaca. Se tomaron 12 muestras características de manera aleatoria en agosto de 2018, las profundidades oscilaron de 3 – 18 m, después se analizaron para determinar la centralización de arsénico total, mediante la espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente (ICP – OES), de los resultados, se reportaron el valor más elevado de concentración de As (0,165 mg/L), con una media de (0,089 mg/L).

Cervantes y Quito (2019). El trabajo de investigación “Evaluación del riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial” En tiempos pasados, no existía la intranquilidad de cerrar los elementos de una mina, ni reformar los golpes negativos generados en las zonas donde se desplegó la minería; por ello, la caracterización de pasivos ambientales mineros en Perú se inicia formalmente el año 2004 con la ley N° 28271, ley que regula los pasivos ambientales en la actividad minera. Para el año 2018 se consiguió 8794 pasivos ambientales mineros según el Ministerio de Energía y Minas. En resultado, los pasivos se deben estimar y priorizar respecto al nivel de riesgo que conciben, por ello, en el año 2010 el Ministerio del Ambiente publica la guía de evaluación de riesgo ambiental; esta metodología establece características principales para la valoración de peligro ambiental que se emplea en áreas definidas, afectadas o propensas a daños de origen antrópico o natural; analizando el entorno humano, entorno natural y el medio socioeconómico.

Peña (2019). El trabajo de investigación “Propuesta de implementación de un SGC ISO 9001:2015 en la Autoridad Nacional del Agua para la mejora y soporte del Área de Evaluación de Instrumentos de Gestión Ambiental”, tiene como objetivo proporcionar la Norma ISO 9001:2015 como una relevancia instrumento de trabajo para el sector público con la intención de estandarizar y ordenar los procesos en las instituciones y crear parte así de un sector que busca cumplir y mejorar los estándares de calidad al servicio del poblador rural y urbano buscando reducir las descontentos de los administrados (clientes) por retrasos administrativos en la atención y requerimientos expresando los resultados en indicadores de gestión, de la mismo modo que brinda dicha norma en el sector privado optimizando los procesos y sinergia de las diferentes áreas implicadas.

Ecofloyidos Inguenieros S.A.,( 2012)El Programa Interagencial “Gestión integral y adaptativa de recursos ambientales para minimizar vulnerabilidades al cambio climático en microcuencas andinas” busca transversalizar medidas de adaptación al cambio climático en el quehacer de los gobiernos distritales, regionales y en las asociaciones de comunidades y productores, y en los habitantes de las dos microcuencas en general a través del desarrollo de un amplio conjunto de acciones de desarrollo de capacidades en las autoridades regionales y locales y en las familias rurales. Geográficamente el Programa está focalizado en dos microcuencas: Challhuahuacho, en la región de Apurímac, y Santo Tomás la región del Cusco, que forman la subcuenca del río Santo Tomás que, a su vez, integra la cuenca del río Apurímac. El presente estudio muestra el estado situacional de las fuentes de agua para consumo humano y su vulnerabilidad ante agentes naturales y artificiales. La metodología del trabajo de campo realizado fue en dos etapas, primero se han realizado las coordinaciones a nivel regional y local con las instituciones involucradas en el sector saneamiento como son la Dirección Regional de Salud tanto en Apurímac y Cusco, Autoridad Nacional del Agua, Ministerio del Medio Ambiente, Gobiernos Locales y las comunidades ubicadas en el ámbito del estudio. En la segunda etapa del trabajo se ha levantado la información primaria en las localidades seleccionadas; a través de la verificación in situ, registro fotográfico y toma de muestras de cada una de las fuentes de agua seleccionadas. El estudio abarca los distritos de Ccapacmarca, Colquemarca, Santo Tomás, Llusco y Quiñota en la región Cusco y los distritos

de Challhuahuacho, Haqira, Mara y Tambobamba en la región Apurímac, con una superficie de 4,331 km<sup>2</sup> y se extiende sobre 3 pisos ecológicos, que van desde los 3000 msnm hasta los 4500 msnm. Se realizó un trabajo de campo, en conjunto con las comunidades, en donde se realizó un levantamiento de información relevante, para el estudio, tal como; principales fuentes de contaminación actual y potencial, calidad de las aguas, identificación de zonas de riesgo, y toma de muestras

Cajas (2019). El trabajo de investigación “Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama – Huánuco – 2019”, tiene como objetivo principal: determinar el índice de calidad del agua del manantial del Centro Poblado de Cochatama en el periodo del 2019, la estudio consintió extender los conocimientos teóricos y prácticos sobre los estándares de calidad ambiental (ECA) para el agua en relación a los parámetros microbiológicos, físicos y químicos para dar una decisión sobre desinfectar convencionalmente, mediante desinfección con elementos químicos o de forma avanzado el agua haciendo que sea apta para el consumo humano, se identifican 4 puntos de análisis de agua que son muestreadas y analizadas en un laboratorio.

Sánchez (2019). El trabajo de investigación “Evaluación de la calidad del agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abato en la bahía del Callao”, tiene como objetivo general evaluar la calidad de agua de mar en la playa Cantolao – sector espigón del Abato en la bahía del Callao; dados los objetivos específicos ejecuto el diagnostico situacional de la calidad de agua de mar en la zona de estudio, determinar los medios de contaminación que estén impactando en la zona de estudio y formular plantear técnicas para el conducción y mitigación de los medios de contaminación.

Gonzales (2018). El trabajo de investigación “Análisis y evaluación de la calidad de agua para consumo humano y propuesta de la tecnología apropiada para su desinfección a escaladomiciliaria, de las fuentes de agua de macashca, Huaraz, Ancash – 2016 – 2018”, se estudió las fuentes de agua de la microcuenca de Pariac, cercanas al Centro Poblado de Macashca, localizada en la Provincia de Huaraz – región Ancash, en el período de Mayo a Setiembre del 2016, con el objetivo de realizar una evaluación de la calidad del agua para consumo humano y determinar

la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para la desinfección del agua escala domiciliaria. El proceso de la investigación alcanzo un diagnóstico del manejo de agua para consumo humano en el Centro Poblado de Machasca, para lo cual se identificaron las fuentes de agua y sus posibles fuentes de contaminación.

García (2018). El trabajo de investigación “Diseño y sistema de abastecimiento de agua potable mediante la captación de aguas pluviales en el centro poblado Mantaca distrito de Pampas, Huancavelica 2018”, la falta de un correcto uso de las aguas pluviales es abundante en muchas provincias de nuestro país, la que es de manera incorrecta para su utilización de este elemento para la repartición para el consumo de la población, ya que se desconoce los medios convenientes para poder diseñar dicho sistema, el cual mejoraría muchas deficiencias que presentan las viviendas del lugar de estudio. Lima genera un gran número de consumo de agua, el cual es potabilizada por la entidad encargada, así mismo los pobladores de la capital del Perú, en su totalidad no presenta molestia de la misma.

Periche (2018). El trabajo de investigación “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura”, este proyecto de invención nace a partir del problema de deficiencia del agua potable que sostiene la provincia de Sechura. Su propósito es diseñar e implementar un prototipo que ayude a obtener agua potable a partir de un manantial utilizando energía solar, de esta manera eleva la oferta de este medio que es vital para el sostenimiento y el desarrollo de cualquier ciudad. Para el diseño e implementación del prototipo se establecieron dos subsistemas, uno de filtro lento en arena y otro de destilación de agua con energía solar.

Valverde (2017). El trabajo de investigación “Evaluación y diagnóstico de patologías en el concreto del canal de derivación para suministro de agua cruda, salida túnel Ichucruz – Campanayocc, distrito de Carmen alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, octubre – 2017”, El sostuvo como objetivo determinar el estado actual del canal de derivación “Salida túnel Ichucruz – Campanayocc” del Distrito de Carmen Alto, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, mediante la identificación y diagnóstico de las patologías del concreto existentes en el canal; este canal es una estructura hidráulica significativa y vital, porque es una de las orígenes de mejor calidad de agua cruda para la provincia de Huamanga principalmente a los

Distritos de: Ayacucho, San Juan Bautista, Carmen Alto, Jesús Nazareno y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

Chávez (2016). El trabajo de investigación “Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del manantial Huañambra en José Gálvez-Celendín”, los análisis fisicoquímicos realizados son: pH, conductividad eléctrica, turbidez, sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza total, cloruros, sulfatos, nitratos, nitritos, hierro, cobre, cromo, aluminio, cadmio, plomo y zinc. Y los análisis microbiológicos efectuados fueron coliformes totales y coliformes fecales. Los resultados obtenidos resultaron de acuerdo a los rangos establecidos en la Norma Técnica Categoría A1 del MINAM, encontrándose que cumple con todos los parámetros fisicoquímicos.

Zavalaga (2012). El trabajo de investigación “Calidad microbiología y fisicoquímico del agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna”, se pasó a la examen microbiológica y fisicoquímica de la calidad del agua que se encontró en botellas sin gas de 11 marcas importantes, vendidas en 4 distritos de la Provincia de Tacna, las que fueron tomadas por ser las de mayor consumo y publicidad. Los parámetros estudiados (E. coli, Coliformes totales, Pseudomonas aeruginosa, pH, turbidez, color, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, sulfatos, dureza total, sodio, aluminio, arsénico, hierro, manganeso y boro) se iguala con los parámetros detallados en la NTS N° 071 – MINS/DIGESA-V.01 del 2008 (“Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano”) y el DS N° 031-2012-SA. Del 2011 (“Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”).

Ortiz (2005). El trabajo de investigación “Estudio hidrológico del proyecto minero manantial espejo- provincia de Santa Cruz, Argentina”, se ubica en la Provincia de Santa Cruz, República Argentina. Estudio impulsado en base a la falta de responder a dos argumentos fundamentales: caracterizar la hidrogeología del área del proyecto Manantial Espejo y emitir recomendaciones para potenciales fuentes de abastecimiento de agua para la operación minera, donde la exigencia promedio requerido es de 50 l/s.

### **1.2.3. A Nivel Local**

Yanapa (2012), respecto a la Calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Ilave obtuvo coliformes totales 30.83 NMP/100 mL. Así mismo Mendoza (2011), en

su estudio de la microbiología y factores físicos del agua de las desembocaduras de los principales ríos del Lago Titicaca obtuvieron valores promedio de coliformes totales 1000.00 NMP/100 mL.

Pary y Mamani (2018), estudió la remoción de arsénico As de las aguas del río Ayaviri, utilizando como floculante únicamente cal CaO, con una pureza de 52.52%, con una dosificación de 0.022 g/L, agregando como oxidante 14.64 mg/L de Fe<sub>2</sub>Cl<sub>3</sub>, con un tiempo determinado de sedimentación de 25 minutos luego se realizó una filtración en columna de grava IF tratado a un caudal de sedimentación de 10.5 L/Min. Logrando una eliminación de arsénico As de 93.75 % en las muestras de las aguas tomadas del río Ayaviri

Quispe (2010). los componentes fisicoquímicos e indicadores bacterianos de contaminación fecal en agua de consumo humano de la ciudad de Aplao, Arequipa reportaron para coliformes totales un promedio de 4200.00 NMP/100 mL. Así mismo se debe agregar que Chullunquia, 2005, en el Contenido Bacteriológico en aguas provenientes de cuatro manantiales para consumo humano del Barrio Santiago de Chejoña- Puno encontró un valor 23,00 a 240,00 NMP/ 100 mL para coliformes totales

Curo (2017). El trabajo de investigación “Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016”, se realizó en las cuatro facciones del distrito de Huata, provincia de Puno. Los objetivos fueron medir la presencia de coliformes totales y termo tolerantes mediante UFC y estimar los principales parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad, sulfatos, cloruros, hierro y cobre, en las muestras del agua de pozos con fines de consumo humano

Gammons et al. (2006), luego de un análisis extenso de las aguas del Río Ramis desde la cabecera de cuenca hasta su desembocadura en el Lago Titicaca, encontraron que el pH del agua en las inmediaciones de la laguna Lunar de Oro, eran extremadamente ácidas (pH < 3.80) y con valores similares próximos en el punto de descarga del Riachuelo Cecilia (pH 5.09); atribuyendo estos valores al alto contenido en azufre de los minerales portantes del oro (pyrrholita, piritita, galena, chalcopirita, y otros), asimismo estos investigadores encontraron que contenido de mercurio recuperable en las aguas de la laguna Lunar de Oro era considerablemente alta (260 ng l<sup>-1</sup> a 81 ng l<sup>-1</sup>)



), decreciendo luego a unos 0.45 ng l-1 en el afluente de la laguna Rinconada. (Inicio del Río Ramis o Río Grande) siguiendo luego con esta tendencia de baja concentración en los tramos siguientes hasta niveles límites mínimos de detección (34 ng l-1) hasta la confluencia del Riachuelo Cecilia donde se registró la más alta concentración de mercurio (375 ng l-1) disminuyendo luego nuevamente hasta los límites detectables (34 ng l-1) a partir de Crucero hasta la desembocadura del Río Ramis en el Lago Titicaca

Condori (2018).El trabajo de investigación “Evaluación físico-química de metales tóxicos en el río progreso – puno”, se realizó la evaluación físico química de la calidad del agua del rio progreso en la influencia minera del rio Crucero por arsénico y mercurio – Distrito de Asillo, El sector de estudio es en campo desde el Km. 95 al Km 85, en el cual se ha realizado toma de muestras tres partes importantes con ello el trabajo de análisis se considerando, con los resultados; Agua, Arsénico fluctúa entre el valor máximo 0,0018 mg/L y mínimo <0,0010 mg/L setiembre-2017, Mercurio el valor <0,00020 mg/L setiembre-2017.

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

A lo largo de los años se ha vuelto el agua un medio esencial para el desarrollo de los pueblos, el gran crecimiento de la población de manera exponencial ha llevado a una mayor demanda de este recurso hídrico, así mismo se va visto afectado por la contaminación del agua, en consecuencia, negativa para el medio ambiente y en esencial para el ser humano, está muy relacionado con problemas gastrointestinales, que podría generar en la población.

En el centro poblado de chila del distrito de Tiquillaca presenta deficiente acceso al agua para el consumo humano, crianza de animales, cultivo de alimentos propios de la zona de la comunidad en los últimos años no se tiene acceso a agua potabilizada en tiempos de abundancia y sequía que son propios para la higiene del poblador de la zona y necesarios para el desarrollo de una comunidad.

El manantial Huilla Pujo del sector Quimsa Chata de la comunidad de Chila distrito de Tiquillaca, es natural y es una opción para el abastecimiento de agua para las actividades agrícola que los pobladores de la zona realizan de manera directa para lo cual se realizara estudios fisicoquímico y bacteriológico para posteriormente eliminar posibles riesgo de infecciones de diferentes enfermedades que podría ocasionar en la población; mi interés es realizar este estudiar y analizar las aguas para la solución a esta problemática que a lo largo de los años no ha permitido que la comunidad Chila distrito de Tiquillaca pueda crecer económicamente, como consecuencia se ven limitadas las actividades agrícolas y ganaderas por la disminución de agua en tiempo de sequía.

## 2.2. Enunciados del problema

### 2.2.1. Problema general:

¿Cuál es la calidad y mitigación de agua del manantial Huaila Pujo para el consumo de la población de la comunidad de Chila, Tiquillaca-Puno?

### 2.2.2. Problemas específicos:

- ¿Cuáles son las características fisicoquímicas que tiene el agua del manantial de Huaila pujo de la comunidad de Chila, Tiquillaca-Puno?
- ¿Se podrá cuantificar los iones metálicos del agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad Chila, Tiquillaca –Puno?
- ¿Se realizará el análisis micro biológico de las aguas del manantial huaila pujo de la comunidad de chila Tiquillaca- Puno ¿
- ¿Es posible la mitigación para el consumo del agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad Chila, Tiquillaca –Puno?

## 2.3. Justificación

Los recursos hídricos naturales se encuentran en distintas zonas de la tierra una de ellas son las aguas subterráneas que son convertidas para agua potabilizada por lo menos al 50% de toda la población mundial, y representan el 43% del total del agua utilizada para riego, siembra de cultivos entre otros. En el mundo, un promedio de 2500 millones de habitantes consume exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias de agua, (WWAP, 2015), se podría decir que en 2030 el planeta tierra tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual. La población mundial crece a un ritmo de 80 millones de personas al año, por lo que el incremento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo generan una demanda de calidad de agua dulce cada vez mayor en el mundo.

El proyecto de investigación indica la problemática e importancia de la calidad del agua ya que hasta la actualidad se encuentra con una deficiencia en el sistema de agua potable, ya que esto podría traer consecuencias negativas a la población en cuanto al

desarrollo de la comunidad. La investigación busca brindar la calidad de vida de la población y el consumo responsable y a la vez mitigar el agua en el caso no sea conveniente para el consumo de la población y lograr que sea la adecuada este recurso tan importante en el centro poblado de Chila del distrito de Tiquillaca.

## 2.4. Objetivos

### 2.4.1. Objetivo general

- Determinar la calidad y mitigación de las aguas del manantial Huaila Pujo para el consumo de la comunidad de Chila, Tiquillaca - Puno.

### 2.4.2. Objetivos específicos

- Identificar las características fisicoquímicas del agua en la manantial de Huaila Pujo de la comunidad Chila, Tiquillaca –Puno.
- Cuantificar los iones metálicos del agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad
- Chila, Tiquillaca –Puno.
- Realizar el análisis micro biológico de las aguas del manantial huaila pujo de la comunidad de Chila , Tiquillaca - Puno.
- Determinar la mitigación para el consumo del agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad Chila, Tiquillaca –Puno.

## 2.5. Hipótesis

### 2.5.1. Hipótesis general

Los valores de los niveles y las concentraciones fisicoquímicos de las aguas del manantial Huaila Pujo se encuentran dentro de los límites máximo permisibles de la calidad de agua para el consumo humano.

### 2.5.2. Hipótesis específicas

- El agua es un recurso vital importante que se debe tener en cuenta las características fisicoquímicas que se encuentran en el manantial Huaila Pujo de la Comunidad de Chila, Tiquillaca –Puno.



- Se determina la cuantificación de los iones metálicos del agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad Chila, Tiquillaca –Puno
- El agua del manantial huilla pujo se debe tomar en cuenta el análisis micro biológico
- El agua del manantial Huaila Pujo es mitigada de manera conveniente para consumo, de la comunidad de chila distrito de Tiquillaca-Puno.

## CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de Estudio

EL manantial Huaila Pujo se encuentra ubicada a 25 kilómetros de la ciudad de Puno de la provincia de Puno de la región de Puno-Perú, a una altitud de 38100 m.s.n.m. Ubicada en el distrito de Tiquillaca en la comunidad de Chila sector Quimsa chata a la vez los parámetros lineales se encuentran a  $7^{\circ}47'45.28''$  de latitud sur y  $77^{\circ}59'220''$  de longitud Oeste, a una distancia aproximada de 29 kilómetros de la ciudad de Puno. La profundidad de la orilla varía entre 1,5m. y 2,0 m. y en el centro de 2,50 metros con un perímetro de 12 metros de perímetro que está conectado directamente con el sub suelo. Brota el agua de la pared del suelo en un aproximado de 3 litros/10 segundos.



Figura 1. Vista satelital de la ubicación de los manantiales huaila pujo 1 y 2

### 3.2. Población

La población del presente estudio está conformada por todas las fuentes de agua del manantial Huaila Pujo de la comunidad de Chila en el distrito de Tiquillaca, de la provincia de Puno.

El agua de los manantiales 1 y 2 serán interconectados para lograr abastecer más de 120 familias también será analizada y clarificada de acuerdo a los estándares de calidad de agua

### 3.3. Muestra

Se considera para el análisis fisicoquímico de la calidad y mitigación del agua de 2 muestras por punto para la recolección de datos, se tomaron a criterio del investigador extraídas de las diferentes áreas de la superficie del manantial Huaila Pujo de la comunidad de chila del Distrito de Tiquillaca.

La técnica para la toma de las muestras de agua es por conveniencia, la cual se realiza en un determinado lugar, se tomará 2 muestras por cada punto de recolección de datos, de acuerdo al protocolo sugerido por DIGESA. Se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Antes de tomar la muestra de agua, se prepara los materiales de muestreo de agua de acuerdo con los protocolos para este tipo de trabajo.
- Enjuagar por tres veces los frascos y sumergimos aproximadamente 20 cm por debajo de la superficie, finalmente dejamos que ingrese el agua, hasta completar aproximadamente 500 mL.
- Una vez recolectada las muestras, la rotulamos y guardamos para su respectivo análisis.
- Durante la toma de las muestras es importante que el recipiente no toque el fondo del cuerpo muestreado, para evitar contaminación por los sedimentos revueltos.
- Para garantizar la seguridad del personal de muestreo se utilizó el equipo de seguridad adecuado.

#### 3.3.1. Ubicación de pozos de agua:

Los manantiales huaila pujo 1 y 2 se encuentran ubicados en el cerro Ayaviri del lugar denominado Quimsa chata aziruni, de la comunidad campesina de chila distrito de Tiquillaca, departamento y provincia de puno a una distancia de 29 Km con un tiempo de viaje de aproximadamente 40 minutos, cuya ubicación se encuentra dentro de las siguientes coordenadas con las siguientes coordenadas:

- Coordenadas Huaila pujo, manantial 1: -15.815589697722514, -

70.23857097998307 norte

- Coordenadas Huaila pujo, manantial 2: -15.816004256958104, -  
70.2371816211194 sur



Figura 2. Vista satelital de Manantial Huaila pujo 1



Figura 3. Vista de manantial Huaila pujo 01

- Coordenadas Huaila pujo, manantial 2: -15.816004256958104, -  
70.2371816211194 sur

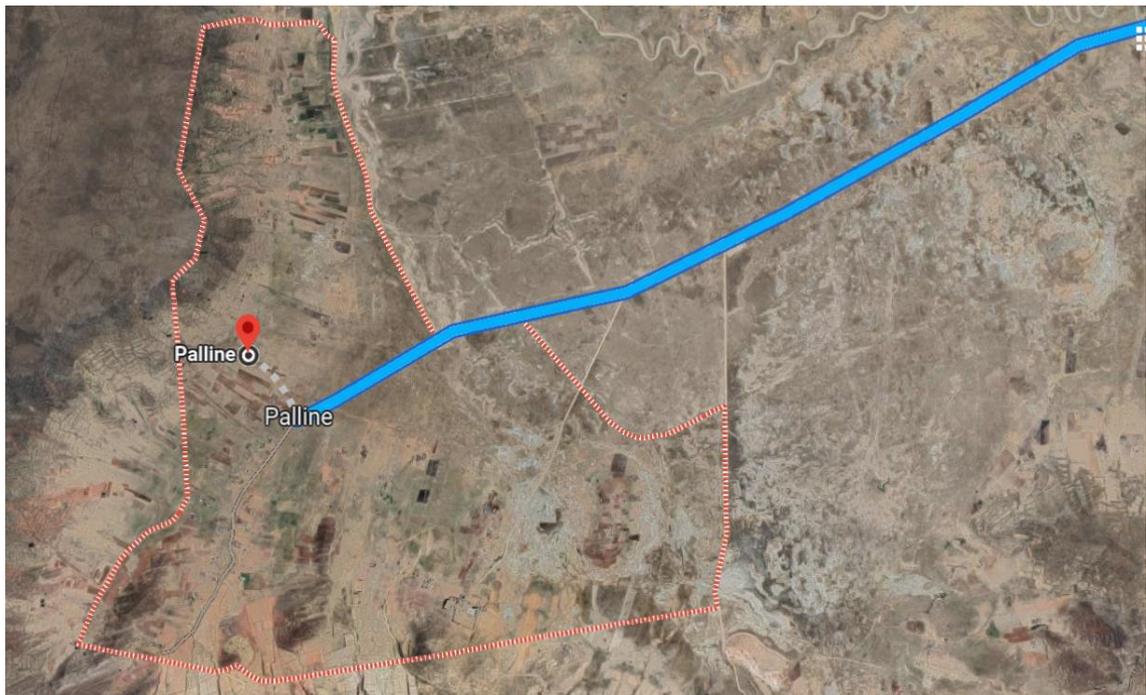


Figura 4. Vista satelital de huilla pujo 02



Figura 5. Vista de Huilla pujo 02

### **3.4. Método de investigación**

El método de investigación es de tipo cuantitativo, primeramente. se caracteriza los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del manantial Huilla pujo. Los datos obtenidos serán procesados estadísticamente con el programa IBM SPS STATISTICS 22.

### **3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos**

El proceso de la toma de muestras requiere especial cuidado a fin de preservar las características primigenias que tiene en el lugar; para lo cual se aplicara los protocolos correspondientes, evitando toda contaminación accidental, con un transporte adecuado y una conservación en condiciones idóneas.

Se realizó el muestreo en zonas de máximo caudal de agua, evitando la remoción de sedimentos. La toma de muestras se realizó en recipientes de polietileno de alta densidad, lavados previamente en el laboratorio con ácido nítrico al 1% de acuerdo al protocolo. Se llenará tres veces el recipiente con agua de manantial Huilla pujo de las 2 muestras por cada punto de recolección de datos.

#### **3.5.1. Uso de materiales y equipos.**

Se recolectaron muestras con recipientes de plástico de 1.0 L de capacidad, previamente esterilizados y tapados con papel y amarrados con cinta especial, para posteriormente determinar la temperatura, pH, conductividad Eléctrica y entre otros componentes. Antes de tomar la muestra se lava el recipiente tres veces y se llena a su capacidad previamente identificado, procediendo a anotar los datos del lugar, hora y temperatura. Luego, se traslada al laboratorio de calidad de la Facultad de Ingeniería Química, para determinar los parámetros físico-químicos

### **3.6. Metodología experimental en base a los objetivos específicos**

#### **Parámetros fisicoquímicos:**

Turbiedad: Método Nefelómetro 312

- Dureza total: Titulometria con EDTA.APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the examination of water and wastewater.

- Alcalinidad: APHA-AWWA-WEF (2005) Standard Methods for the examination of water and wastewater.

### 3.6.1. Huaila pujo manantial N° 01 y 02

Se llevó las muestras para el análisis físico y químico para determinar los parámetros fisicoquímicos, de acuerdo a la siguiente tabla 1:

Tabla 1

*Parámetros fisicoquímicos*

Parámetros fisicoquímicos					
Turbiedad	Conductividad	Alcalinidad	Dureza	pH	Temperatura

#### b) Experimentos de la mitigación del agua del Huaila pujo manantial N°1 y 02

Teniendo conocimiento de los parámetros fisicoquímicos y de iones metálicos se realizaron los experimentos de mitigación, de acuerdo a la siguiente tabla 2:

Análisis de agua para la mitigación de los iones metálicos Huaila Pujo manantial 01 y 02.

Tabla 2

*Experimentos para la mitigación de los iones metálicos Huaila Pujo manantial 1*

Datos	Presencia de Metales	
Ppm Parámetros fisicoquímicos	MANANTIAL 1	MANANTIAL 2

## CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Resultados del Análisis Físicoquímico

Los parámetros Físicoquímicos se determinaron la toma de muestras de los manantiales 1 y 2 en el laboratorio de Control de calidad

de Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3

*Datos de los parámetros físicoquímicos de los manantiales 1 y 2.*

<b>Análisis Físico Químico del Manantial de Huilla pujo</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Manantial N<sup>o</sup> 1</b>	<b>Manantial N<sup>o</sup> 2</b>
Organoléptico		
Aspecto	Liquido	Liquido
Color	Incoloro	Incoloro
Olor	normal sin olor	normal sin olor
<b>CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS</b>		
Ph	6.58	6.59
Temperatura	12.9°C	15.00 °C
Conductividad	3.80 µS/cm	231.00 µs/cm
<b>CARACTERISTICAS QUIMICAS</b>		
Dureza	133.04 mg/L	340.68ppm
Alcalinidad	254.40 mg/L	71.10 ppm
Cloruros	77.98 mg/L	21.99 ppm
Sulfatos	3.20mg/L	158.40 ppm
Nitrato	26.83mg/L	25.89 ppm
Calcio	37.49mg/L	107.74ppm
Magnesio	9.56mg/L	69.20 ppm
Solidos	1.90mg/L	267.00 ppm
Turbidez	5.0NTU	14.74 NTU

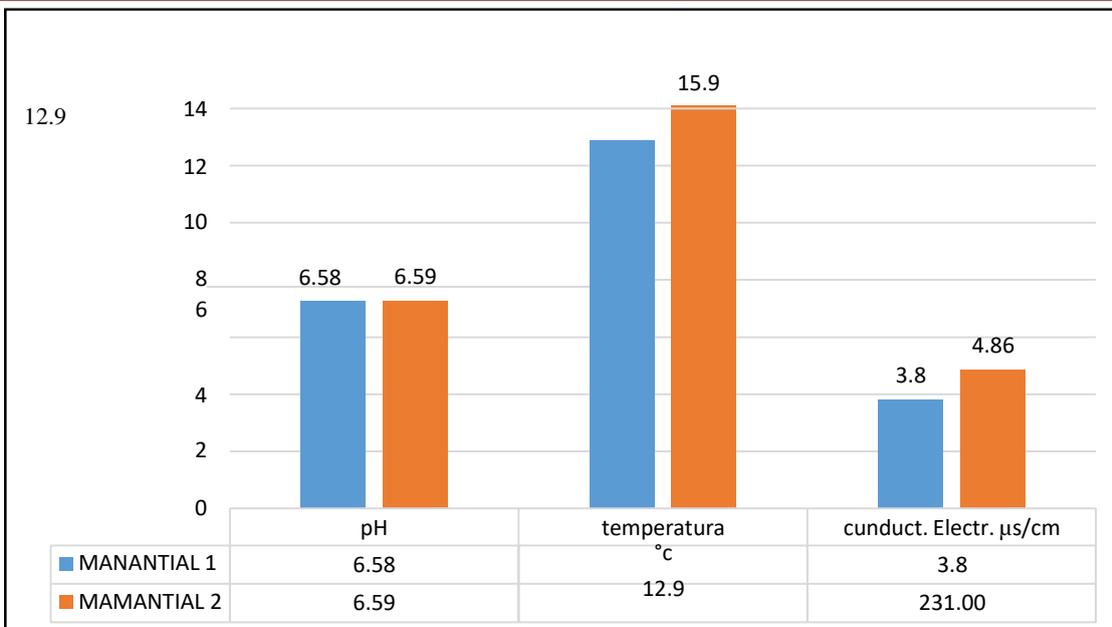


Figura 6. Características Físico-Químico de manantial 1 y 2.

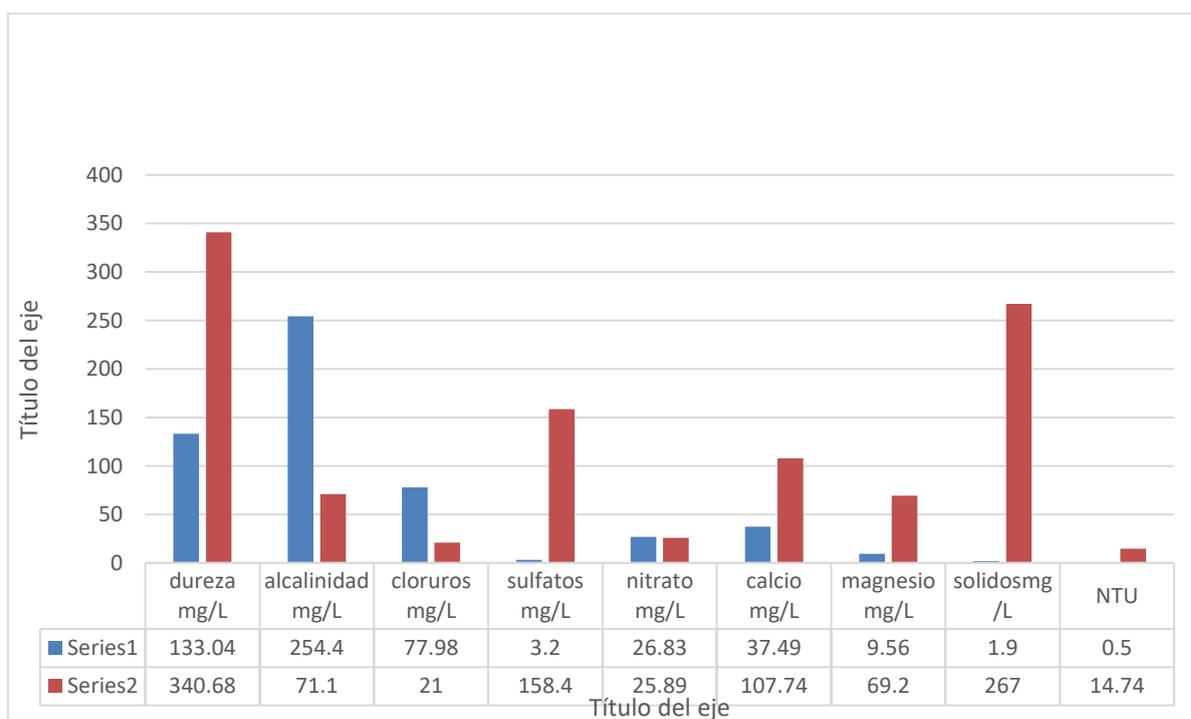


Figura 7. Características Químicas de manantial 1 y 2.

En los análisis fisicoquímicos de la manantial huilla pujo 1 y 2, reportados en esta Tabla 3 y las figuras 7 respectivas se observa que todos estos parámetros se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles para la clasificación de agua para manantiales de MINAM y la ANA, según estos resultados, estas agua están clasificadas como aguas apta para consumo humano solo con desinfección, por lo tanto se puede concluir que no necesitan

ningún tipo de potabilización para consumo humano, por lo tanto no es necesario aplicar ningún tipo de

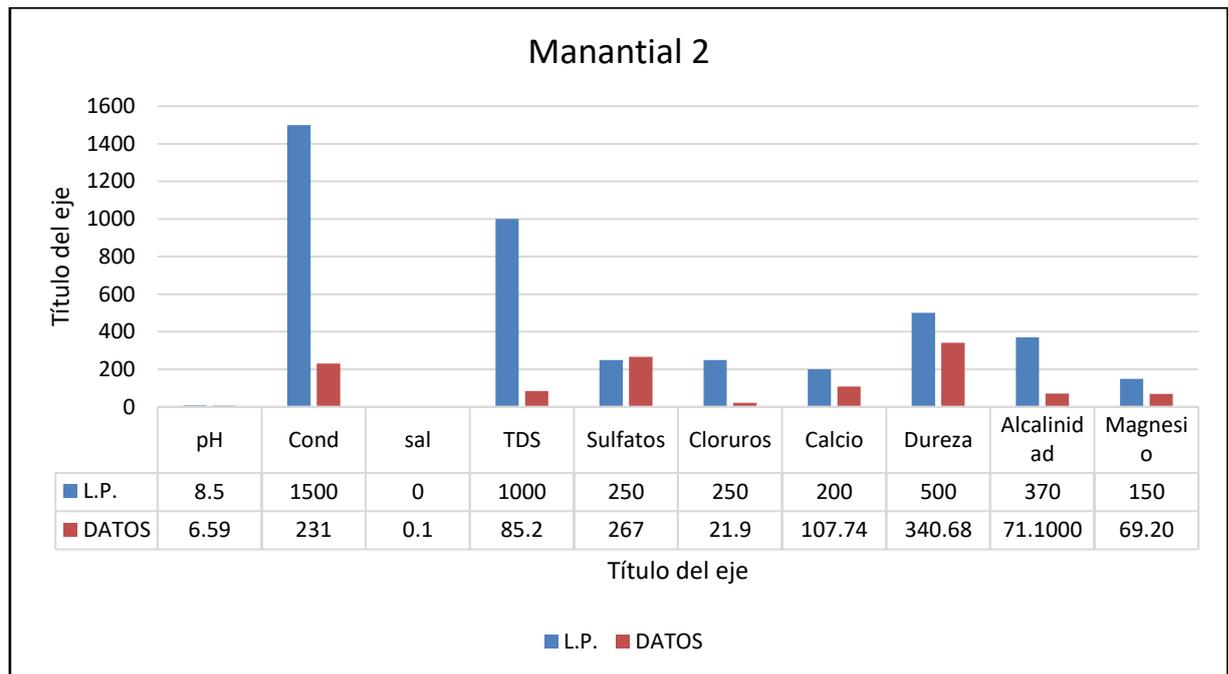


Figura 8. Análisis fisicoquímico de manantial 2.

De los resultados de la Tabla N°4, se desprende que los parámetros de análisis fisicoquímico, se encuentran muy por debajo de los valores definidos en el DECRETO SUPREMO N°004-2017-MINAM-LMP A1, que define los límites máximos permisibles para aguas de manantiales, de lo que se desprende que las aguas del manantial Huaila Pujó, Pozo 1 y 2, se encuentran dentro de los límites permisibles de acuerdo a normas técnicas y clasificación de uso de agua de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), por lo que el agua de estos pozos se puede consumir directamente previa desinfección bacteriológica, es decir no es necesario realizar la mitigación por lo tanto es apto para el consumo humano. Curo, 2017 midió los principales parámetros fisicoquímicos: pH, temperatura, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad, sulfatos, cloruros, hierro y cobre, en las muestras del agua de pozos con fines de consumo humano, encontrando resultados dentro de los límites permisibles, parámetros detallados en la NTS N° 071 – MINS/DIGESA-V.01.

Las aguas del pozo 2 presentan en comparación del pozo 1 la dureza mayor 340.68 mg/L comparados con 133 mg/L, esto es debido a que el pozo 2 se encuentra a 250 m por debajo del pozo 1 en este trayecto varía la geología del terreno es una zona calcárea por lo que, por esta distancia de separación aumenta la dureza, pero aun así las aguas de este pozo se pueden consumir o potabilizar previa desinfección si ningún tipo de potabilización, puesto que se

encuentra por debajo de 500 mg/L de la dureza que es el límite para consumir agua solamente con desinfección, esto en concordancia en (Cano, 2019).

#### 4.2. Análisis de presencia de iones metálicos

Para determinar la presencia de iones metálicos pesados y tóxicos en las aguas de la manantial huilla pujo, Pozo 1 y 2, fueron determinados en el laboratorio Analítico del Sur, (LAS), cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.

Tabla 4

*Resultados del análisis de iones metálicos en manantial 1 y 2 Huilla Pujo*

Elemento	Manantial 1	Manantial 2	Especificaciones
Aluminio	0,281	0,762	$\leq 0.9$
Bario	0,03431	0,03987	$\leq 0.7$
Selenio	<0,002	0,0104	$\leq 0.04$
Plomo	<0,0026	0,0026	$\leq 0.01$
Antimonio	<0,00049	0,00742	$\leq 0.02$
Berilio	<0,000079	b $\leq 0,000079$	$\leq 0.012$
Cobre	<0,002	<0,002	$\leq 2$
Zinc	0,0031	b<0.0003	$\leq 3$
Níquel	<0,00051	be0,00051	$\leq 0.07$
Boro	0.0482	0,1168	$\leq 2.4$
Cromo	0.00076	0,00181	$\leq 0.05$
Fierro	0.13	0,016	$\leq 0.3$
Manganeso	0,00628	b<0.0003	$\leq 0.4$
Molibdeno	<0,00038	<0,00038	$\leq 0.07$

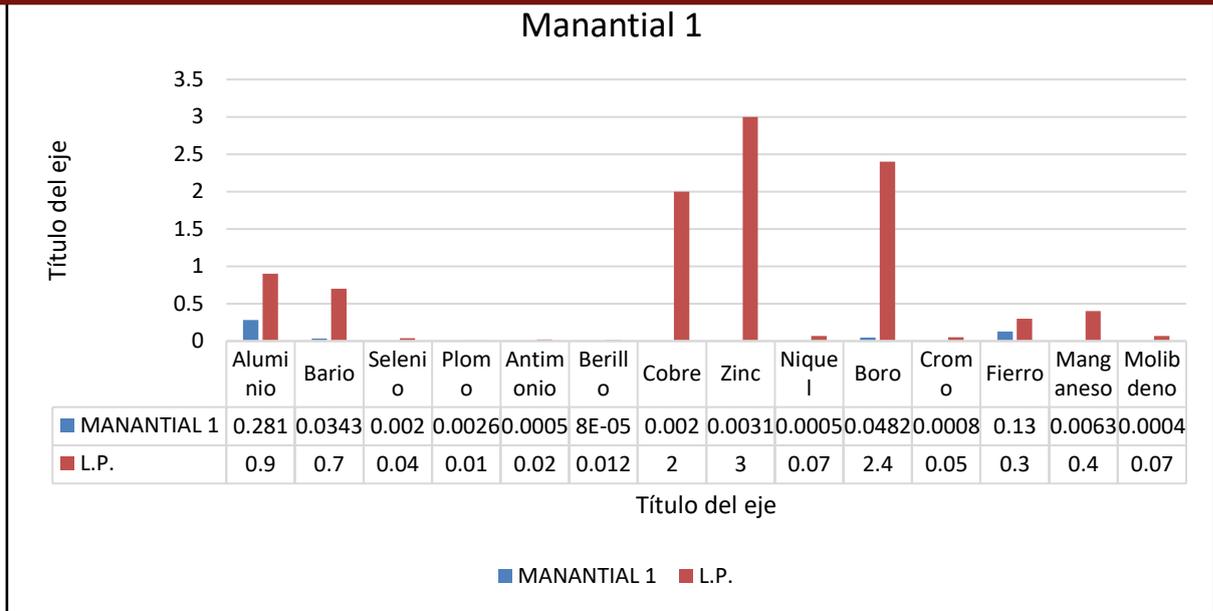


Figura 9. Resultados del análisis de iones metálicos del manantial 1 Huilla Pujo.

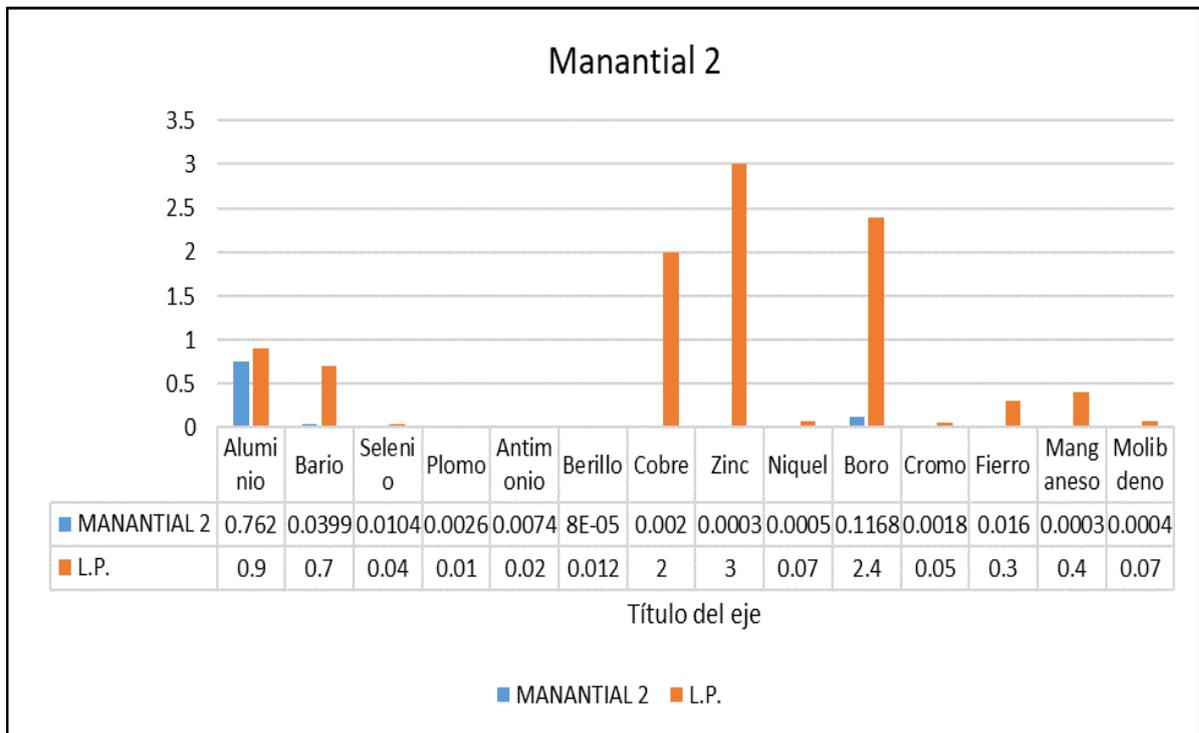


Figura 10. Resultados del análisis de iones metálicos del manantial Huilla pujo 2.

Tabla 5  
*Resultados de la evaluación de iones metálicos del manantial 1 Huilla Pujo.*

	<b>Método</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Resultado</b>	<b>Especificació n</b>	<b>Evaluación de la conformidad</b>	
80 2	Aluminio	mg/L	0,281	$\leq 0.9$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Bario	mg/L	0,03431	$\leq 0.7$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Selenio	mg/L	$b < 0,002$	$\leq 0.04$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Plomo	mg/L	$b < 0,0026$	$\leq 0.01$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Antimonio	mg/L	$b < 0,00049$	$\leq 0.02$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Berilio	mg/L	$b < 0,00007$ 9	$\leq 0.012$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Cobre	mg/L	$< 0,002$	$\leq 2$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Zinc	mg/L	$b < 0,0031$	$\leq 3$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Níquel	mg/L	$b < 0,00051$	$\leq 0.07$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Boro	mg/L	0,0482	$\leq 2.4$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Cromo	mg/L	0,00076	$\leq 0.05$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Fierro	mg/L	0,130	$\leq 0.3$	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Manganes o	mg/L	0,00628	50.4	100.00 %	ACEPTAD O
80 2	Molibdeno	mg/L	$b < 0,00038$	$\leq 0.07$	100.00 %	ACEPTAD O

Tabla 6  
*Resultados de la evaluación de iones metálicos del manantial 2 Huilla Pujo.*

	<b>w</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Resultado</b>	<b>Especif ación</b>	<b>Evaluación de la conformidad</b>	
80 2	Plomo	mg/L	b<0,0026	≤0.01	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Cobre	mg/L	b<0,002	≤2	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Molibde no	mg/L	b<0,00038	≤0.07	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Antimon io	mg/L	0,00742	≤0.02	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Boro	mg/L	0,1168	≤2.4	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Berilio	mg/L	b<0,000079	≤0.012	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Fierro	mg/L	b<0,016	≤0.3	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Níquel	mg/L	b<0,00051	≤0.07	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Alumini o	mg/L	0,762	≤0.9	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Cromo	mg/L	0,00181	≤0.05	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Bario	mg/L	0,03987	≤0.7	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Selenio	mg/L	0,0104	≤0.04	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Mangane so	mg/L	b<0,0003	≤0.4	100.00%	ACEPTAD O
80 2	Zinc	mg/L	b<0,0031	≤23	100.00%	ACEPTAD O

De las tablas N° 4 y 5 se desprende que la presencia de cationes metálicos, ya sea de metales tóxicos y/o pesados es prácticamente nula, para ambos pozos se encuentran estos cationes muy por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que estas son bastante

paras y aptas para el consumo humano, agua para bebedero de animales y riego, resultados corroborados y evaluados de la conformidad dados en las tablas 6 y 7. Así mismo Chávez, 2016 encontró que los análisis fisicoquímicos realizados, hierro, cobre, cromo, aluminio, cadmio, plomo y zinc. Los resultados obtenidos resultaron de acuerdo a los rangos establecidos en la Norma Técnica Categoría A1 del MINAM, encontrándose que cumple con todos los parámetros fisicoquímicos.

En las figuras 10 y 11, se reporta la presencia de iones metálicos en estas aguas reportado por el Laboratorio Analítico del Sur, (LAS), la figura muestra presencia de estos metales en trazas totalmente insignificante, por lo que se puede concluir que están por debajo de los límites permisibles que podrían dañar a la salud humana, por lo tanto, es apto para el consumo de los seres humanos.

De la misma forma se realizó el análisis microbiológico en el laboratorio de control de calidad de Ingeniería Química de la UNA Puno.

### 4.3 Análisis microbiológico de aguas

Tabla 7

*Análisis de presencia de bacterias coliformes totales y coliformes fecales del manantial 1 y 2.*

Asunto	: Análisis Microbiológico. De Aguas			
	Bacterias Coliformes Totales	Coliformes Fecales	Unidad	Metodo Analítico
Resultados De Muestra				
Manantial Huaila pujo -1	<1.00	<1.00	NMP/100ml	NMP/100ml
Manantial Huaila pujo -2	<1.00	<1.00	NMP/100ml	NMP/100ml

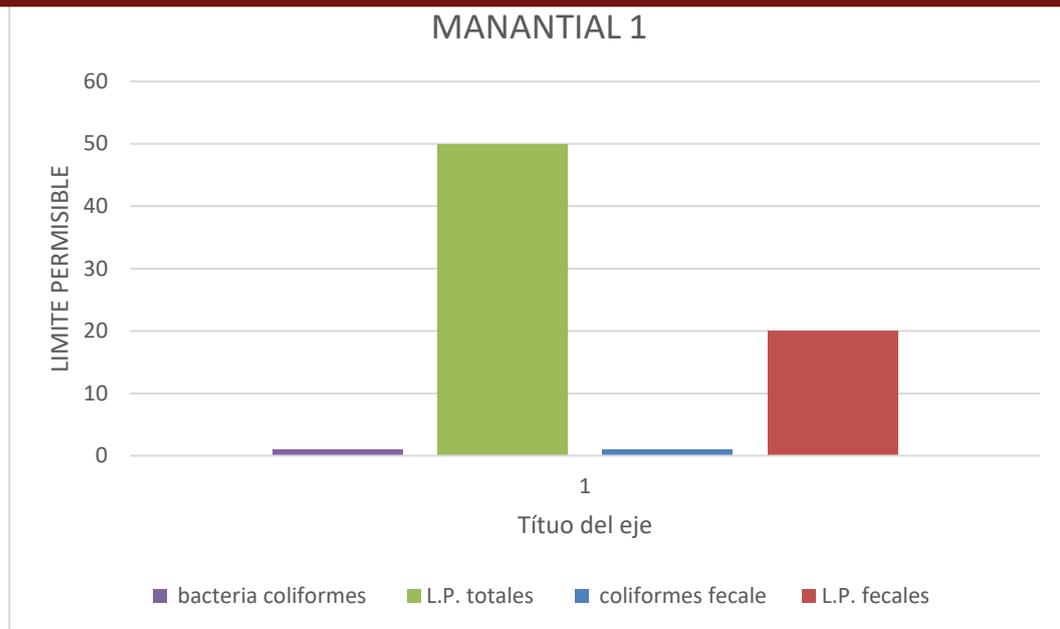


Figura 11. Limite permisible de coliforme de manantial Huaila pujo 1.

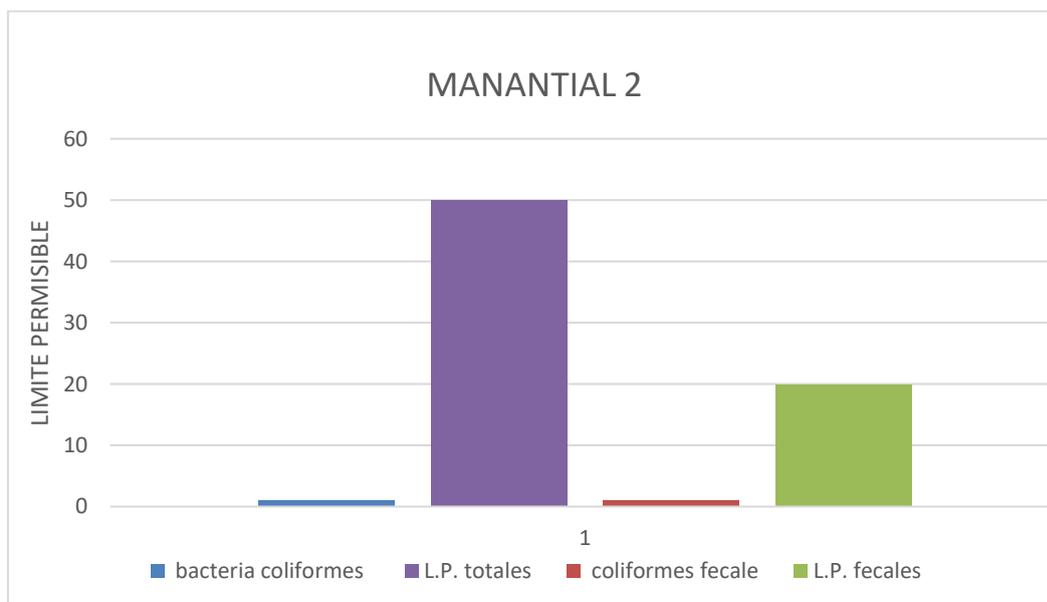


Figura 12. Límite permisible de coliformes de manantial Huaila pujo 2.

En la tabla 8 muestran valores de contaminación microbiológica como coliformes totales y coliformes fecales se encuentran muy debajo de los límites permisibles y estas aguas es bastante pura libre de contaminantes de contacto biológico esto se muestra en las figuras 7 y 8 en donde comparados con los límites permitidos no hay presencia de estos contaminantes en aguas de manantial, acorde a lo que manifiesta (Valverde, 2017), Mientras que Yanapa (2012), respecto a la Calidad Bacteriológica del Agua Potable de la Ciudad de Ilave obtuvo coliformes totales 30.83 NMP/100ml. Así mismo Mendoza (2011), en su estudio de la



microbiología y factores físicos del agua de las desembocaduras de los principales ríos del Lago Titicaca obtuvo valores promedio de coliformes totales 1000.00 NMP/100ml. Así mismo se debe agregar que Chullunquia, 2005, en el Contenido Bacteriológico en aguas provenientes de cuatro manantiales para consumo humano del Barrio Santiago de Chejoña-Puno encontró un valor 23,00 a 240,00 NMP/ 100ml para coliformes totales.

#### **4.4. Mitigación**

Los resultados de las Tablas 3, 4 y 5 corroborados por las tablas 6 y 7 de los resultados de los análisis fisicoquímico, análisis de presencia de iones metálicos y análisis microbiológico de las aguas de estos manantiales son bastante puras, todavía no presentan ningún tipo de contaminación, por lo que no es necesario realizar ningún tipo de mitigación, más bien se debe preservar de contaminación antrópica futura, para estas aguas se conserven como aptas para la atención de las necesidades humanas , la presencia de dureza por debajo de 500 mg/L garantiza que puede ser potabilizada solo con desinfección no existe contaminación biológica

## CONCLUSIONES

- Después de haber analizado las muestras de agua del manantial 1 y manantial 2 se identificó los parámetros y fue evaluado y comparado los parámetros fisicoquímicos que no exceden los límites permisibles de la ANA y del MINAN por lo tanto es apto, para el consumo humano, animal y vegetal los análisis realizados de las aguas de los manantiales de huilla pujo son menores de los límites permisibles de acuerdo a los estándares de calidad del medio ambiente.
- Se ha analizado la presencia de los iones metálicos en el laboratorio de análisis de metales en lo cual se ha encontrado que el contenido de iones metálicos es menor de los límites permisibles de acuerdo al parámetro de la ANA y MINAN.
- También se realizó el análisis de microbiológico lo cual no superan el mayor de los límites permisibles de la ANA y MINAN.
- No se realizó ningún tipo de mitigación, porque no es necesario, Ya que el agua de estos manantiales no presenta impurezas que pueden causar daños a la salud humana, animal y vegetal.



Se recomienda que se debe preservar las aguas del manantial huaila pujo 1 y 2 para su mejor consumo de los pobladores de la comunidad de chila y los demás pobladores del departamento de puno.

Se debe llevar las aguas del manantial ala laboratorio de análisis fisicoquímico para saber las impurezas y la presencia de metales para el consumo de pobladores de Tiquillaca y departamento de puno.

Para saber si existe coliformes en el agua de los manantiales se llevará al laboratorio de análisis microbiológico.

Si es mayor de los límites permisibles de la ANA y MINAN se debe de mitigar en cualquier de sus procesos para que el agua sea apta para el consumo humano, de animales, vegetales.

## BIBLIOGRAFIA

- Alda, L. D. (2003). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los .
- Amaya, M. (1998). Sistemas de captación de agua de lluvia para uso doméstico en . México: IICA.
- ANA. (14 de Diciembre de 2012). Resolución jefatural. Obtenido de elperuano.pe: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/prorrogan-plazo-otorgado-por-la-rj-n-579-2010-ana-para-la-resolucion-jefatural-n-504-2012-ana-878878-1/>
- Antonio Brack , & Cecilia Mendiola. (2004). Ecología del Perú. Obtenido de [www.peruecologico.com.pe](http://www.peruecologico.com.pe): <https://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- Batres, F. &. (2010). Rediseño del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, Diseño de Alcantarillado Sanitario y de Aguas Lluvias para el Municipio San Luis del Carmen, Departamento de Chalatenango.
- Cajas, M. (2019). . “Determinación del índice de calidad del agua del manantial del centro poblado de Cochatama - Huánuco. Huanuco.
- Canepa de Vargas, L. (2004). Tratamiento de agua para. lima.
- Cano, T. (2019). . “Determinación de la concentración de arsénico (as) total en las aguas subterráneas de pozos tubulares en el distrito de Juliaca y medidas de mitigación.”. Juliaca: 81.
- Castillo, P. A. (2013). propuesta metodológica para evaluar sistemas. propuesta . Guatemala.
- Caururo, R. C. (Diciembre de 2018). Huaraz, Ancash, Perú .
- Cervantes, J. a. (2019). “Evaluación del riesgo ambiental generado por pasivos mineros en la calidad de agua superficial.”.: 202.
- Chávez, D. (2016). . “Evaluación de La Calidad Fisicoquímica y Bacteriológica Del Manantial Huañambra En José Gálvez-Celendín.”. 84.
- Comisión Nacional del Agua. (s.f.). Diseño de Redes de Distribución. Obtenido de <https://www.redovan.es/wp-content/uploads/2011/12/A07.-Red-de-distribucion-de-Agua-Potable.pdf>
- Condori, S. F. (2018). “Evaluación físico-química de metales tóxicos en el río progreso – Puno”: . 88.
- Curo, M. (2017). . “Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en el distrito de Huata – Puno, 2016.”.
- Diaz, C., , & Pretel, E. (2014). Diseño hidráulico y agronómico para un sistema de.

Environmental Protection Agency, Washington. (1998 ). Optimizing water treatment plant performance using the composite correction program.

Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. (24 de noviembre de 2022). Grupo de Tratamiento de Aguas Residuales. Obtenido de [ambientum.com/enciclopedia\\_medioambiental/aguas/dureza\\_de\\_aguas.asp#:~:text=Se%20entiende%20por%20dureza%20total,del%20suelo%20del%20que%20provienen](http://ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/dureza_de_aguas.asp#:~:text=Se%20entiende%20por%20dureza%20total,del%20suelo%20del%20que%20provienen). Fernandez, D. (s.f.). Estimación de las demandas de consumo de agua. Gamez, L. (2002. ). Agua transparente...deuda invisible. En Octavo Informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible. San José, Costa Rica, Litrografía e imprenta Lil, S.A., 40 p.

García, M. I. (2018). “Diseño y Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Mediante La Captación de Aguas Pluviales En El Centro Poblado Mantacra Distrito de Pampas, Huancavelica 2018.”: . Huancavelica: 89.

Gonzales, R. (2018). “Análisis y evaluación de la calidad de agua para consumo humano y propuesta de la tecnología apropiada para su desinfección a escala domiciliaria, de las fuentes de agua de Macashca, Huaraz, Ancash - 2016 - 2018.”.

Herrera, H. (s.f.). Análisis del agua. <https://www.aguaeden.es/>. (s.f.). El sabor del agua se escribe en la lengua. Obtenido de <https://www.aguaeden.es/blog/el-sabor-del-agua-se-escribe-en-la-lengua#:~:text=El%20agua%20siempre%20es%20un,no%20sabe%20tampoco%20a%20nada>.

Jiang, W. G. (octubre de 2011). Groundwater evolution in the Voltaian Basin, Ghana— an application of multivariate statistical analysesto hydrochemical data. Obtenido de [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453ed%20snp55rrgjct55\)\)/journal/paperinformation.aspx?paperid=8091](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453ed%20snp55rrgjct55))/journal/paperinformation.aspx?paperid=8091)

Jiang, Y., Y. W., C. G., D. Y., & P. K. (2009). Natural and anthropogenic factors affecting the groundwater quality in the Nandong karst underground river system in Yunan , China. Journal of Contaminant Hydrology,. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jconhyd.2009.08.001>

Kinniburgh, S. &. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters.

Leadley Brown, A. (1987). Freshwater ecology. Obtenido de <https://archive.org/details/freshwaterecolog0000lead>

<https://archive.org/details/freshwaterecolog0000lead>

Leon, L. (2016). Aprovechamiento sostenible de recursos hídricos pluviales en . Lima.

María José López, L. D. (2007). Contaminación y calidad química del agua: el problema de los.

Mark Ludwigson, P. (2020). Obtenido de Tanques de almacenamiento de agua: [fnmt.es/documents/10179/10666378/Diseño+y+cálculo+de+tanques+de+almacenamiento.pdf/cf73a420-13f2-248f-034a-d413cb8a3924](https://fnmt.es/documents/10179/10666378/Diseño+y+cálculo+de+tanques+de+almacenamiento.pdf/cf73a420-13f2-248f-034a-d413cb8a3924)

Mays, L. W. (2002). Manual de sistemas de distribución de agua. McGraw-Hill / interamericana de España.

Ocola Salazar, J. J., & Laqui Vilca, W. F. (2017). Fuentes Contaminantes en la Cuenca del Lago Titicaca: Un aporte al conocimiento de las causas que amenazan la calidad del agua del maravilloso lago Titicaca. Lima: Autoridad Nacional del Agua . puno.

Ocola, T. &. (1997). Informe de Evaluación de la eutrofización sobre el comportamiento de la flora acuática en la bahía interior de Puno. puno.

OMS. (2004). Informe sobre la salud en el mundo : 2004 : cambiemos el rumbo de la historia.

Organizacion Mundial de la Salud - OMS. (2006). Colaboremos por la salud.

Ortiz, R. E. (2005). “Estudio hidrológico del proyecto minero manantial espejo-provincia de Santa Cruz, Argentina.” . Santa Cruz: 121.

P.L Smedley, & D.G Kinniburgh. (2002). A review of the source, behaviour and distribution of arsenic in natural waters. Applied Geochemistry.

Periche, R. (. 2018. ). “Fabricación de prototipo que potabilice el agua de un manantial empleando energía solar en Sechura, Piura.”: 139. Piura.: Piura.”: 139.

Ramallo, R. S. (1996). Tratamiento de aguas residuales. Reverte.

RED MUQUI. (2015). Agua, minería y cambio climático. c

Rodríguez García, R., Martínez Muñoz, C., & Hernández Vizcaino, D. (2003). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica. Rev Esp Salud Pública.

Rojas, M. H.-2. (2018). “Propuesta de mitigación alternativa para la operabilidad del tratamiento de las aguas residuales de la localidad Segunda Jerusalén,. rioja - 2015.”: 65.: Rioja - 2015.”: 65.

Sagardoy, J. (1993). Una visión global de la contaminación del agua por la agricultura. santiago, chile.

Salinas, P. M. (2013). Actividad biológica en suelos de las series colina, lonquén y los morros (región metropolitana), tratados con dosis. Santiago, Chile.



- Sánchez, L. (2019). . “Evaluación de la calidad del agua de mar en la playa cantolao – sector espigón del abtao en la bahía del Callao. Callao: 135.
- Science of The Total Environment. (29 August 1997). Arsenic and heavy metal contamination of soil and vegetation around a copper mine in Northern Peru.
- Tuesta, X. A. (2020). . “Programa Techo Propio y Satisfacción de Los Beneficiarios de La Urbanización El Manantial, Rioja, 2019.” . rioja: 57.
- Valdivielso, A. (26 de junio de 2020). Tipos de contaminantes del agua. Obtenido de iAgua Respuestas: <https://www.iagua.es/respuestas/tipos-contaminantes-agua>
- Vallejos, F. F. (2012). “Obtencion de agua potable a partir de agua clase III.”. 59. .
- Valverde, J. K. (2017). Evaluación y diagnóstico de patologías en el concreto del canal de derivación para suministro de agua cruda, salida túnel Ichucruz – Campanayocc, distrito de Carmen Alto, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, octubre - 2017.” . Ayacucho: 165.
- Vasquez, S. F. (2018). . “Diagnóstico del consumo y demanda de agua potable en el campus de la unalm y propuestas de cobertura. 170.
- Zabalaga, E. N. (2012). Calidad microbiologia y fisicoquimico del agua embotellada, comercializada en la ciudad de Tacna. Tacna: 360.
- Zuñiga, J. J. (2020). 2020. Diagnostico del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad nativa Santa Clara - . Santa Clara.

## ANEXOS

### Anexo 1 Resultados de análisis fisicoquímico del Pozo 01



Universidad Nacional del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
FACULTAD ACREDITADA  
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001266

LQ - 2021

# Certificado de Análisis

**ASUNTO** : Análisis Físico Químico de AGUAS: MAMANTIAL HUAILLA PUJO  
**PROCEDENCIA** : MANANTIAL HUAILLA PUJO, SECTOR QUIMSA CHATA ACIRUNI,  
COMUNIDAD CHILA, DISTRITO DE TIQUILLACA, PROVINCIA DE PUNO  
**INTERESADO** : FELIPE SANTIAGO GOZALES MENDOZA  
**MOTIVO** : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
**MUESTREO** : 12/07/2021, por el interesado  
**ANÁLISIS** : 12/07/2021  
**COD. MUESTRA** : B009-000258

#### CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

**ASPECTO** : Líquido  
**COLOR** : Incoloro  
**OLOR** : Inodoro

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

**pH** : 6.28<sup>5</sup>  
**Temperatura** : 12.9 °C  
**Conductividad Eléctrica** : 3.80 µS/cm

#### CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

**Dureza Total como CaCO<sub>3</sub>** : 133.04 mg/L  
**Alcalinidad como CaCO<sub>3</sub>** : 254.40 mg/L  
**Cloruros como Cl<sup>-</sup>** : 77.98 mg/L  
**Sulfatos como SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>** : 3.20 mg/L  
**Nitratos como NO<sub>3</sub><sup>-</sup>** : 26.83 mg/L  
**Calcio como Ca<sup>2+</sup>** : 37.49 mg/L  
**Magnesio como Mg<sup>2+</sup>** : 9.56 mg/L  
**Sólidos Totales** : 1.90 mg/L  
**Porcentaje de salinidad** : 0.00 %  
**Turbidez** : 5 NTU

#### INTERPRETACIÓN

1.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con los Estándares de calidad ambiental para agua, según D.S 004-2017-MINAM. Indicando que es APTO Para cultivos de especies hidrobiológicas en lagos y lagunas.

Puno, C.U. 22 de julio del 2021.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PERAZO  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182283

Walter B. Aparicio  
DECANO - FIQ - UNA

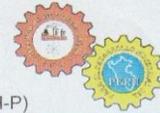


Anexo 2 Análisis Químico de huaila pujo 2



Universidad Nacional Del Altiplano - Puno  
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA  
ACREDITADA

(Resolución de Presidencia del Consejo Directivo AD-HOC Nro. 210-2016 SINEACE/CDAH-P)



LQ - 2023

# Certificado de Análisis

**ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUAS: MUESTRA 02**

PROCEDENCIA : HUAYLLAPUJO 02, CHILA TIQUILLACA  
INTERESADO : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
MUESTREO : 05/05/2023, por el interesado  
ANÁLISIS : 05/05/2023

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

ASPECTO : Líquido  
COLOR : Incoloro  
OLOR : Inodoro

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS**

pH : 6.59  
Temperatura : 15.00 °C  
Conductividad Eléctrica : 231.00  $\mu\text{S}/\text{cm}$

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS**

Dureza Total como  $\text{CaCO}_3$  : 340.68 mg/L  
Alcalinidad como  $\text{CaCO}_3$  : 71.10 mg/L  
Cloruros como  $\text{Cl}^-$  : 21.99 mg/L  
Sulfatos como  $\text{SO}_4^{2-}$  : 158.40 mg/L  
Calcio como  $\text{Ca}^{++}$  : 107.74 mg/L  
Magnesio como  $\text{Mg}^{++}$  : 69.20 mg/L  
Sólidos Totales Disueltos : 267.00 mg/L  
Porcentaje de salinidad : 0.20 %  
Turbidez : 14.74 NTU

**INTERPRETACIÓN**

1.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad Si cumplen con los Estándares de calidad ambiental para consumo humano, según D.S. 004- 2017-MINAM,

Puno, C.U. 10 de mayo del 2023.

VºBº

ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182393



Walter B. Aparicio Aragon, Ph.D.  
DECANO FIC UNA



Anexo 3 Resultados de análisis de presencia de metales del agua manantial Huaila pujo 1.



Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Clave generada : 40B63604

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00310

Fecha de emisión: 5/10/2022

Página 1 de 4

Señores : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Dirección : TIQUILLACA - PUNO  
Atención : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Proyecto : PROYECTO DE TESIS

PROTOCOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 208-22  
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente  
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 26/09/2022  
Fecha de ensayo : 26/09/2022

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG22000542	AGUA MANANTIAL HUAILLA PUJIO 1	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	COMUNIDAD CHILA / TIQUILLACA / PUNO	MANANTIAL HUIALLAPUJIO 1 DEL SECTOR QUIMSA CHATA ACIRUNI DEL CERRO AYAVIRI	25/09/2022	11:30

Condiciones de recepción de la muestra  
Cooler refrigerado

Observación  
-

Laboratorios Analíticos del Sur S.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P.19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe  
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

## Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

Clave generada : 40B63604

### INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00310

Fecha de emisión: 5/10/2022

Página 2 de 4

#### RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
AG22000542	AGUA MANANTIAL HUAILLA PUJIO 1	b<0,0024	0,281	0,0482	0,03431	b<0,000079	10,010	b<0,00011	b<0,000094	0,00076	b<0,002	0,130	1,303

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO <sub>2</sub>	Sn
AG22000542	AGUA MANANTIAL HUAILLA PUJIO 1	0,00316	3,0041	0,00828	b<0,00038	4,588	b<0,00051	0,0352	b<0,0026	b<0,00049	b<0,002	24,54	b<0,00085

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802				
		Sr	Ti	Tl	V	Zn
AG22000542	AGUA MANANTIAL HUAILLA PUJIO 1	0,1703	0,00812	b<0,0013	0,00269	b<0,0031

Laboratorios Analíticos del Sur E.S.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P.19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>.

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.



Validar el informe  
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

## Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Clave generada : 40B63604

### INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00310

Fecha de emisión: 5/10/2022

Página 3 de 4

#### MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES, Revisión 4.4 Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[ - 2.6] mg/L

a : Límite de detección

b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

  
Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P. 19474

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>.

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.

Validar el informe  
vía web





Laboratorios Analíticos del Sur

## Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Página 4 de 4

### Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00310 según JCGM 106:2012

Fecha de emisión: 5/10/2022

Norma : Estándares de Calidad Ambiental Para Agua, según el Decreto Supremo D.S N°004-2017-MINAM, para la Cat. 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Sub. Cat. A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Cod.Interno :AG22000542		Nom.Muestra :AGUA MANANTIAL HUAILLA PUJIO 1					Evaluación de la conformidad	
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación				
<b>INORGANICO</b>								
802	Aluminio	mg/L	0,281	0,035	≤0,9	100,00 %	ACEPTADO	
802	Bario	mg/L	0,03431	0,0022	≤0,7	100,00 %	ACEPTADO	
802	Selenio	mg/L	b<0,002	0,0013	≤0,04	100,00 %	ACEPTADO	
802	Plomo	mg/L	b<0,0026	0,00043	≤0,01	100,00 %	ACEPTADO	
802	Antimonio	mg/L	b<0,00049	0,00037	≤0,02	100,00 %	ACEPTADO	
802	Berilio	mg/L	b<0,000079	0,00027	≤0,012	100,00 %	ACEPTADO	
802	Cobre	mg/L	b<0,002	0,0012	≤2	100,00 %	ACEPTADO	
802	Zinc	mg/L	b<0,0031	0,00093	≤3	100,00 %	ACEPTADO	
802	Niquel	mg/L	b<0,00051	0,00058	≤0,07	100,00 %	ACEPTADO	
802	Boro	mg/L	0,0482	0,00079	≤2,4	100,00 %	ACEPTADO	
802	Cromo	mg/L	0,00076	0,0018	≤0,05	100,00 %	ACEPTADO	
802	Fierro	mg/L	0,130	0,006	≤0,3	100,00 %	ACEPTADO	
802	Manganeso	mg/L	0,00628	0,0024	≤0,4	100,00 %	ACEPTADO	
802	Molibdeno	mg/L	b<0,00038	0,00067	≤0,07	100,00 %	ACEPTADO	

LMP\* = Límites Máximos Permisibles indicados en la sub categoría A1 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua", D.S. 004-2017-MINAM  
\*Si se ensaya por la técnica de NMP - Numero Más Probable, el valor " L.P " o " L.B " se considerará como "0".

N.A. : No Aplica

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Sixto Vicente Juárez Neira  
Gerente General  
Ing. Químico C.I.P.19474

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"=Valor numérico"=Limite de detección del método, "b<Valor Numérico"=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe  
vía web

Anexo 4 Resultados de análisis de presencia de metales del agua manantial Hualla pujo2.



**Laboratorios Analíticos del Sur**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N° LE - 050

Clave generada : 9BFB6C0

**INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00283**

Fecha de emisión: 14/09/2022

Página 1 de 4

Señores : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Dirección : TIQUILLACA - PUNO  
Atención : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Proyecto : -

**PROTOCOLO DE MUESTREO**

Muestreo realizado por : Cliente : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 192-22  
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente  
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 10/09/2022  
Fecha de ensayo : 10/09/2022

Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG22000497	AGUA MANANTIAL HUAILLAPUJIO 2	Agua Natural - Subterránea - Agua de Manantial	COMUNIDAD DE CHILA / TIQUILLACA / PUNO / PUNO	MANANTIAL HUAILLAPUJIO 2 DEL SECTOR QUIMSA CHATA ACIRUNI DEL CERRO AYAVIRI	9/09/2022	11:00

<b>Condiciones de recepción de la muestra</b>
Al ambiente
<b>Observación</b>
-

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el Informe  
VIA WEB



## Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Clave generada : 9BFB6C0

### INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00283

Fecha de emisión: 14/09/2022

Página 2 de 4

#### RESULTADOS DE ENSAYO FÍSICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802										
		Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG22000497	AGUA MANANTIAL HUAILLAPUJO 2	b<0,0024	0,762	0,1168	0,03967	b<0,000079	111,774	b<0,00011	b<0,000094	0,00181	b<0,002	b<0,018

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802											
		K	Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO2
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG22000497	AGUA MANANTIAL HUAILLAPUJO 2	12,568	0,00973	7,3091	b<0,0003	b<0,00038	36,523	b<0,00051	0,3410	b<0,0026	0,00742	0,0104	27,2090

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802					
		Sn	Sr	Tl	Ti	V	Zn
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG22000497	AGUA MANANTIAL HUAILLAPUJO 2	b<0,00085	0,8789	b<0,00068	b<0,0013	0,01323	b<0,0031

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>

Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444532.



Validar el informe  
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

## Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

Clave generada : 9BFB6C0

### INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-22-00283

Fecha de emisión:14/09/2022

Página 3 de 4

#### MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP -OES. Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO)	[ - 2.5] mg/L

a : Límite de detección

b : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M. Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo del os miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(\* ) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"a<Valor numérico">=Límite de detección del método, "b<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.

Validar el informe  
vía web





Laboratorios Analíticos del Sur

Laboratorios Analíticos del Sur

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR LA DIRECCIÓN DE  
ACREDITACIÓN DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050



Registro N°LE - 050

Página 4 de 4

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-22-00283  
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 14/09/2022

Norma : Estándares de Calidad Ambiental Para Agua, según el Decreto Supremo D.S.N°004-2017-MINAM, para la Cat. 1: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, Sub. Cat. A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Cod.Interno : AG22000497		Nom.Muestra : AGUA MANANTIAL HUAILLAPUJIO 2				
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre	Especificación	Evaluación de la conformidad	
<b>INORGANICO</b>						
802	Piomo	mg/L	b<0,0026	0.00043	≤0.01	100.00 % ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	b<0,002	0.0012	≤2	100.00 % ACEPTADO
802	Molibdeno	mg/L	b<0,00038	0.00067	≤0.07	100.00 % ACEPTADO
802	Antimonio	mg/L	0.00742	0.00098	≤0.02	100.00 % ACEPTADO
802	Boro	mg/L	0,1188	0.0016	≤2.4	100.00 % ACEPTADO
802	Berilio	mg/L	b<0,000079	0.00027	≤0.012	100.00 % ACEPTADO
802	Fierro	mg/L	b<0,016	0.00098	≤0.3	100.00 % ACEPTADO
802	Niquel	mg/L	b<0,00051	0.00058	≤0.07	100.00 % ACEPTADO
802	Aluminio	mg/L	0,762	0.096	≤0.9	99.80 % ACEPTADO
802	Cromo	mg/L	0,00181	0.0019	≤0.05	100.00 % ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,03987	0.0025	≤0.7	100.00 % ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	0,0104	0.0017	≤0.04	100.00 % ACEPTADO
802	Manganeso	mg/L	b<0,0003	0.0023	≤0.4	100.00 % ACEPTADO
802	Zinc	mg/L	b<0,0031	0.00093	≤3	100.00 % ACEPTADO

LMP\* - Límites Máximos Permisibles indicados en la sub categoría A1 de los "Estándares de Calidad Ambiental Para Agua", D.S. 004-2017-MINAM  
\* Si se usara por la técnica de NMP - Número Más Probable, el valor \* 1.1 "o" \* 1.8 "o" \* se considera como "0".

N.A. : No Aplica

"Los ensayos acreditados del presente informe/certificado al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.  
Omar A. Juárez Soto  
Gerente de Operaciones  
M.Sc. Ingeniero Químico CIP 114426

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, "<Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú (054)443294 - (054)444582.



Anexo 5 Resultados de análisis microbiológico en los manantiales huilla pujo 1 y 2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA**  
**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**



FIQ Nro

Nº 001958

**LQ - 2023**

## Certificado de Análisis

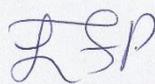
**ASUNTO** : Análisis MICROBIOLÓGICO de AGUAS

PROCEDENCIA : HUAYLLAPUJO 01 y 02, CHILA TIQUILLACA  
INTERESADO : FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA  
MUESTREO : 05/05/2023, por el interesado  
ANÁLISIS : 05/05/2023

RESULTADOS DE MUESTRA	BACTERIAS COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECALES	UNIDAD	METODO ANALITICO
Huayllapujo 01	<1.00	<1.00	NMP/100ml	NMP/100ml
Huayllapujo 02	<1.00	<1.00	NMP/100ml	NMP/100ml

**INTERPRETACIÓN**  
Los parámetros microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA.  
Puno, C.U. 10 de mayo del 2023.

VºBº



ING. LUZ MARINA TEVES PONCE  
ANALISTA DE LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
FIQ - UNA - CIP - 182393



Walter B. Aparicio Aragón, Ph.D.  
DECANO - FIQ - UNA

Ciudad Universitaria Av. Floral N° 1153, Facultad de Ingeniería Química - Cel.: 951755420

10	NORMAS LEGALES	Miércoles 7 de junio de 2017 /  El Peruano
<p><b>Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias</b></p> <p><b>DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM</b></p> <p>EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA</p> <p>CONSIDERANDO:</p> <p>Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;</p> <p>Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;</p> <p>Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;</p> <p>Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;</p> <p>Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;</p> <p>Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;</p> <p>Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;</p> <p>Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;</p> <p>Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,</p>	<p>publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;</p> <p>De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;</p> <p>DECRETA:</p> <p><b>Artículo 1.- Objeto de la norma</b> La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.</p> <p><b>Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b> Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.</p> <p><b>Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua</b> Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:</p> <p><b>3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional</b></p> <p><b>a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable</b> Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <b>A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección</b> Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li><li>- <b>A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.</li><li>- <b>A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.</li></ul> <p><b>b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación</b> Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente;</p>	

**- B1. Contacto primario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

**- B2. Contacto secundario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**

**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

**b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

**c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

**d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

**a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

**b) Subcategoría E2: Ríos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

**- Ríos de la costa y sierra**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

**- Ríos de la selva**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

**c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**

**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

**- Marinos**

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precisese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

**Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua**

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

**Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efuente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

#### **Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

#### **Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla**

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

#### **Artículo 8.- Sistematización de la información**

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

#### **Artículo 9.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

##### **Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados**

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

##### **Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua**

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

##### **Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas**

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**

##### **Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente**

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

##### **Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas**

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

##### **Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados**

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA  
DEROGATORIA**

**Única.- Derogación de normas referidas a  
Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD  
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN  
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS  
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES  
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN  
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRÁ  
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**ANEXO**

**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
Canuro Total	mg/L	0,07	**	**
Canuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	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 antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 – 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	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	**	**

**14** **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de junio de 2017 / **El Peruano**

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
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 (C <sub>3</sub> -C <sub>30</sub> )	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	**	**
Bromoclorometano	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>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,0003	0,0003	**
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	0,0003	0,0003	**
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	N° 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, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).  
 (b) Después de la filtración simple.  
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub>).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 3,28 para expresarlo en unidades de Nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental, que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{ECA_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{ECA_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{ECA_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{ECA_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

Donde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3. significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 1:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>			
Accites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Canuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Canuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )	mg/L	10	**
Nitritos ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

**Nota 2:**

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
<b>FÍSICOS-QUÍMICOS</b>					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,06	0,06	0,06	0,06
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>					
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
<b>ORGÁNICO</b>					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
<b>Bifenilos Policlorados</b>					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
<b>ORGANOLEPTICO</b>					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

**Área Restringida:** Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 3:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>).

**Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)**

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

**Nota:**

(\*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Ferodes	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,06		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

**ORGÁNICO**

**Bifenilos Policlorados**

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04	0,046
------------------------------	------	------	-------

**PLAGUICIDAS**

Paratón	µg/L	35	35
---------	------	----	----

**Organoclorados**

Aldrin	µg/L	0,004	0,7
Clordano	µg/L	0,006	7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01
Endrin	µg/L	0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03
Lindano	µg/L	4	4

**Carbamato**

Aldicarb	µg/L	1	11
----------	------	---	----

**MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO**

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoníaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGÁNICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGÁNICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pertaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).  
 (b) Después de la filtración simple.  
 (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ).  
 $\Delta$  3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 5:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de  $\text{NH}_3$ ) que se encuentra descrita en la Categoría 2. Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ ).

**Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de  $\text{NH}_3$ )**

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
<b>Salinidad 10 g/kg</b>								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 20 g/kg</b>								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,90	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 30 g/kg</b>								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

**Notas:**

- (\*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.  
 (\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco ( $\text{NH}_3$ ).

**NOTA GENERAL:**

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo  $\Delta$  significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

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

Por el presente documento, Yo FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
identificado con DNI 01319814 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MITIGACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL

HUAILLA PUJO, PARA CONSUMO DE LOS POBLADORES DE LA COMUNIDAD DE CHILA

TIQUILLACA - PUNO ”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

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

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

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

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

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

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

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 08 de noviembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo FELIPE SANTIAGO GONZALES MENDOZA  
identificado con DNI 01319814 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:  
"ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MITIGACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL MANANTIAL

HUAILLA PUJO, PARA CONSUMO DE LOS POBLADORES DE LA COMUNIDAD DE CHILA

TIQUILLACA - PUNO"

Es un tema original.

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

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

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

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

Puno 08 de noviembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella