



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y
AMBIENTAL**



**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL
CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO
SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO
DE PUNO**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROBINSON BLANCOS ITO

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA – PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y
AMBIENTAL
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL
CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO
SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO
DE PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ROBINSON BLANCOS ITO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

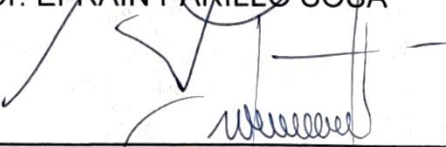
:



Dr. EFRAIN PARILLO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

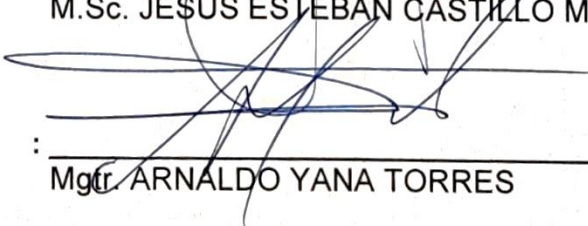
:



M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

:



Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 691-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de julio del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 9184 presentado por el (la) Bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ROBINSON BLANCOS ITO**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTÍCULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la propuesta de investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Viernes 02 de agosto del 2024
- * **HORA** : 09:00 a.m.
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidráulica

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



Dr. Efraín Parillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Jr. Loreto N° 450 - Central Telefónica: (051) 321142 - Juliaca - Puno - Perú - Pag. Web: www.uancv.edu.pe

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 333-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 23 de mayo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 4373 por el o (la) Bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 326 - 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 010 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el o (la) Bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 010 - 2024 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURASDr. MILTON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Efraín Quiroga Sosa
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc:
Archivo
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 015-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 08 de marzo del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU-02465, presentado por el señor (a) **ROBINSON BLANCOS ITO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el **PROVEIDO** - N° 056-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 008-2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) estudiante: **ROBINSON BLANCOS ITO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el **Reglamento Interno de Trabajo de Investigación** Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 008-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del **Comité de Investigación** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al **Reglamento Interno de Trabajos de Investigación** Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el o (la) Bachiller: **ROBINSON BLANCOS ITO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno de Trabajo de Investigación** Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Mgtr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del **Comité de Investigación** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraim Barahona Perales
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc:
Archivo 2024
Interesado (a)



ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO

INFORME DE ORIGINALIDAD

27%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

15%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	7%
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
4	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1%

8 vdocuments.pub




Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO	
Datos de autor	
Apellidos y Nombres	ROBINSON BLANCOS ITO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70333236
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-3658-8531
Datos de asesor	
Apellidos y Nombres	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Apellidos y Nombres	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Apellidos y Nombres	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Apellidos y Nombres	JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL-P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: Yunguyo Distrito: Yunguyo Sector: Suma Pujo</p> <p>Latitud: -16.219759° Longitud: -69.057002°</p> <p>https://maps.app.goo.gl/mUXFKhHLSpwNDsuY8</p>  <p>Ubicación del proyecto de investigación Suma Pujo</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Marzo 2024 – mayo 2024
URL de disciplinas OCDE	<p>Ingeniería Ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</p> <p>Ciencias ambientales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.07.01</p>

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO
Dr. Efraín Riquelme Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ROBINSON BLANCOS ITO, identificado con DNI Nro. 70333236 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

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

"ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE 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.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 07 de agosto del 2024


FIRMA DEL ASESOR


FIRMA DEL ASESORADO



Huella



DEDICATORIA

Con todo el aprecio, cariño y amor a mis padres, Narciso Blancos Benavente y Fausta Ito Colca, por ser parte fundamental en la culminación de mi formación académica e inspiradores en la realización de este proyecto de investigación.



AGRADECIMIENTOS

A Dios quien me ha dado la fuerza, valor y siempre guiarme en la lucha constante para seguir adelante.

A la Familia Blancos Ito, por su comprensión, por su apoyo incondicional y por ser un soporte fundamental, a lo largo de mi formación académica y mi vida.

Al Programa Nacional de Becas y Crédito Educativo "BECA 18" por haberme brindado los recursos, para formarme profesionalmente.

A mi Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras, Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por haberme formado profesionalmente.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	xiii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática	1
1.2. Planteamiento del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4. Justificación del estudio	4
1.4.1 Justificación técnica	4
1.4.2 Justificación ambiental	5
1.4.3 Justificación social.....	5
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas.....	7
1.6. Variables.....	7



1.6.1	Variable independiente:	7
1.6.2	Variable dependiente:	7
1.6.3	Operacionalización de variables	8

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1.	Antecedentes del estudio	9
2.1.1	A nivel internacional	9
2.1.2	A nivel nacional	11
2.1.3	A nivel local	14
2.2.	Bases teóricas	17
2.2.1	Agua	17
2.2.2	Fuentes de abastecimiento de agua	17
2.2.3	Escasez del agua	20
2.2.4	Calidad de agua	22
2.2.5	Importancia de la calidad de agua	23
2.2.6	Impacto de la calidad de agua en la salud	24
2.2.7	Agua de consumo humano	25
2.2.8	Principales indicadores físicos, químicos y microbiológicos de calidad de agua	26
2.2.9	Contaminación del agua	31
2.2.10	Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua	33
2.3.	Marco Conceptual	35
2.3.1	Agua potable	35
2.3.2	Estándares de Calidad Ambiental (ECA)	36
2.3.3	Límite Máximo Permisible (LMP)	36
2.3.4	Manantial	36
2.3.5	Muestra compuesta	36



2.3.6 Sistema de tratamiento de agua 36

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación..... 38
3.2. Diseño de investigación 39
3.3. Diseño estadístico 39
3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación 39
3.5. Lugar de estudio..... 41
3.6. Población y muestra..... 42
3.7. Procedimiento Metodológico..... 43

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados..... 47
4.1.1 Resultados de la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno..... 47
4.1.2 Resultados de la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno..... 53
4.2. Discusiones 56
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 59
CONCLUSIONES 59
RECOMENDACIONES..... 60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61
ANEXOS 68
Anexo 1. Panel fotográfico..... 69
Anexo 2: Resultados de Análisis realizados..... 73



Anexo 3: Normativa	75
Anexo 4: Matriz de consistencia	77



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.	8
Tabla 2 Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.	41
Tabla 3 Concentraciones fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.....	47
Tabla 4 Concentraciones microbiológicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.....	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Localización del punto de muestreo del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo.....	42
Figura 2 Concentración de fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo VS el ECA agua.	48
Figura 3 Concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno VS el ECA agua.....	54



RESUMEN

La presente investigación se realizó en el mes de enero del 2024, teniendo como objetivo principal evaluar la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en su metodología de investigación el tipo de investigación es cuantitativo descriptivo, a través de un diseño no experimental, en donde las aguas para el muestreo se recolectaron de la cámara de captación del manantial del Sector Suma Pujo y se analizó en el laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003 – Arequipa. Obteniendo los siguientes resultados: pH de 6.65, Conductividad Eléctrica obtuvo un valor de 36.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbiedad obtuvo un valor de 2 NTU, sólidos disueltos totales obtuvo un valor de 30.5 mg/L, color obtuvo un valor de <1 UC, oxígeno disuelto obtuvo un valor de 6.3 mg/L, dureza total obtuvo un valor de 11.1 mgCaCO₃/L, cloruros obtuvo un valor de 0.506 mg/L, sulfatos obtuvo un valor de 1.05 mg/L y nitratos obtuvo un valor de 1.91 mg/L, coliformes termotolerantes obtuvo una concentración de <1.8 NMP/100ml, los coliformes totales obtuvo una concentración de 14 NMP/100ml, se evidenció ausencia de *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli* obtuvo una concentración de <1.8 NMP/100ml. Llegando a la conclusión que esta agua del manantial no es apta para el consumo humano debido a la presencia de *Escherichia coli* encontrándose por encima de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Palabras clave: Manantial, captación, parámetros y ECA para agua.



ABSTRACT

This research was carried out in the month of January 2024, with the main objective of evaluating the quality of surface water for human consumption in the Yunguyo district, Suma Pujó department, department of Puno. In its research methodology, the type of research is quantitative and descriptive. , through a non-experimental design, where the water for sampling was collected from the collection chamber of the Suma Pujó Sector spring and analyzed in the testing laboratory accredited by the accreditation body INACAL – DA with registration No. LE 003 – Arequipa. Obtaining the following results: pH of 6.65, Electrical C obtained a value of 36.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, turbidity obtained a value of 2 NTU, total dissolved solids obtained a value of 30.5 mg/L, color obtained a value of <1 UC, Dissolved oxygen obtained a value of 6.3 mg/L, total hardness obtained a value of 11.1 mgCaCO₃/L, chlorides obtained a value of 0.506 mg/L, sulfates obtained a value of 1.05 mg/L and nitrates obtained a value of 1.91 mg/L. L, thermotolerant coliforms obtained a concentration of <1.8 NMP/100ml, total coliforms obtained a concentration of 14 NMP/100ml, absence of *Vibrio cholerae* was evident and *Escherichia coli* obtained a concentration of <1.8 NMP/100ml. Reaching the conclusion that this spring water is not suitable for human consumption due to the presence of *Escherichia coli*, being above the Environmental Quality Standards for Water, Category 1 Sub Category A: Surface waters intended for the production of drinking water. , A1: Water that can be made drinkable with disinfection.

Keywords: Spring, catchment, parameters and ECA for water.



INTRODUCCIÓN

El agua es un recurso vital para el sustento y bienestar de la humanidad, ya que es la fuente primordial de vida. Sin embargo, su disponibilidad y calidad son cada vez más temas de preocupación en el mundo actual. En particular, el agua superficial es esencial para satisfacer las necesidades de una variedad de personas, desde el abastecimiento doméstico hasta la agricultura y la industria. Asimismo, este recurso hídrico es el eje principal para el desarrollo económico, social y cultural de las ciudades tanto en zonas urbanas y rurales; en donde, suelen encontrarse altas concentraciones de cargas contaminantes a causa de diferentes usos y factores, como la infiltración de contaminantes que afectan la calidad de las aguas subyacentes.

El periodo de ejecución del trabajo de investigación se efectuó en el mes de enero del 2024, para alcanzar el objetivo planteado el cual fue: Evaluar la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

En esta investigación se trabajó con muestras del agua recolectada de la cámara de captación del manantial del sector Suma Pujo del distrito de Yunguyo, en donde el muestreo se realizó en el mes de enero; los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos a analizar se desarrollaron en el laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003 – Arequipa.

Este estudio de investigación está constituido por los siguientes capítulos: Capítulo I: este capítulo trata del Planteamiento del problema, en donde contiene el análisis de la situación problemática; las preguntas y objetivos de la investigación; justificación del estudio e hipótesis. Capítulo II: desarrolla el Marco



teórico, en donde abarca los antecedentes, las bases teóricas y el marco conceptual. Capítulo III: señala la Metodología de investigación, en donde se da a conocer el tipo de investigación; técnicas e instrumentos; lugar de estudio; población y muestra; y procedimientos para la metodología de investigación. Capítulo IV: trata de los resultados y discusiones, en el que se presentaran los resultados en el orden de los objetivos específicos, también presentan tablas y figuras acompañada de interpretaciones y también se mostraran el vínculo de los resultados de esta investigación con estudios anteriores.



CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Análisis de la situación problemática

A nivel internacional

En el tiempo actual, la calidad de las reservas de agua del planeta es demasiado pobre para el uso humano, lo que hace necesario recurrir a suministro de agua no tradicionales como consecuencia del asentamiento de la población en lugares inadecuados. Pero el uso excesivo del agua de manantial también acarrea otros problemas. La amenaza más frecuente y generalizada es la contaminación microbiana por aguas residuales y excrementos humanos y animales, junto con otras fuentes de contaminación, que suelen producirse por infiltración u otras vías de contaminación. Estos problemas suponen un peligro al bienestar público (Calsín, 2016).

A nivel nacional

En la actualidad a nivel nacional el agua es uno de los elementos naturales más valiosos y esenciales para la supervivencia de la vida en el mundo, incluyendo la flora, la fauna y el ser humano. Por lo tanto, su uso y acceso es un derecho que protege la salud y la alimentación en todo el mundo, especialmente en Perú. El acceso al agua de calidad y cantidad no solo es un tema técnico o



de gestión, sino que también implica temas relacionados con la justicia social (DIGESA, 2011).

Por otro lado, la problemática de la calidad hídrica para consumo poblacional es un tema de gran preocupación debido a diversos factores que influyen como la actividad minera, la contaminación industrial, la deforestación, la agricultura intensiva y el uso indiscriminado de agroquímicos, como pesticidas y fertilizantes, en donde, estos productos químicos pueden lixiviar hacia los acuíferos subterráneos y contaminar las fuentes de agua utilizados para el consumo humano ya que en las zonas rurales y periurbanos carecen de sistemas de abastecimiento de agua seguros, esto obliga a las personas a depender de fuentes de agua superficiales y subterráneos, que pueden estar contaminadas y representar un riesgo para la salud (Arce Sancho, 2017).

A nivel local

A nivel local, en la región de Puno gran parte de sus ciudades no cuentan con agua potable por lo que la población se ve obligada a consumir aguas subterráneas y superficiales, en donde se desconoce la calidad de estas aguas lo cual puede ser perjudicial para la población ya que a lo largo de su paso por el suelo se carga de minerales que le darán sus características peculiares, pero también puede recoger materia orgánica, metales pesados, gases o microorganismos.

El sector de Suma Pujo del distrito de Yunguyo la población en este momento cuenta con el servicio de agua potable el cual fue construido años atrás por FONCODES, en donde, actualmente la infraestructura del sistema de agua potable se encuentra en deterioro debido al paso del tiempo. Por otro lado, la



JASS del sector Suma Pujo, conformado por los propios pobladores del sector mencionan que las autoridades no toman medidas correctivas para mejorar el sistema del servicio del agua potable puesto que cuenta con una estructura deficiente y la calidad de estas aguas se desconoce. Por lo que es necesario conocer la disposición de estas aguas que consumen la población del sector Suma Pujo, ya que si no se estaría cumpliendo con la normativa de los límites máximos permisibles podría ser un riesgo para la salud de los pobladores ya sea a corto o largo plazo causando enfermedades gastrointestinales, entre otros.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1 Problema general

- ¿Cómo será la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál será la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?
- ¿Cuál será la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?



1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

- Evaluar la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.
- Determinar la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

1.4. Justificación del estudio

1.4.1 Justificación técnica

El territorio peruano se distribuye en tres regiones geográficas: sierra, selva y costa. Las tres regiones carecen de acceso a agua potable, sin embargo, la sierra andina, cuenta con abundantes fuentes de agua repartidas por sus distintos estados, corrientes fluviales, masas lacustres, humedales y, a veces, reservas subterráneas; las sociedades necesitadas se ven forzadas a construir embalses, que no garantizan la reserva y pueden contaminarse fácilmente con desechos orgánicos, como estiércol animal y heces humanas, que se encuentran cerca de los componentes del sistema. Sin embargo, En tiempos recientes, los progresos tecnológicos han contribuido al desarrollo de un tratamiento adecuado



del agua, que suele ser accesible al público mediante medidas factibles y sencillas de manejar.

1.4.2 Justificación ambiental

El agua ha sido una fuente básica para la subsistencia del ecosistema y el ser humano; actualmente, el agua se encuentra en carencia de calidad como resultado de la evolución de la población, todo ello debido a la adición de una variedad de tareas de diversos fines para la población, así como los asentamientos humanos en lugares inaccesibles y no adecuado, siendo de esta manera exista una competencia para el acceso a los recursos básicos de subsistencia.

Hay que tener en cuenta que la calidad del agua de los manantes se basa en la protección de la salud humana, la conservación de los ecosistemas acuáticos, la seguridad alimentaria y la mitigación del cambio climático. Garantizar la calidad del agua es esencial para promover la sostenibilidad ambiental y el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Por lo tanto, este trabajo de investigación, es viable e idónea por disponer de los recursos humanos y materiales convenientes. Así como la característica, la formación y capacidad competitiva conforme con el propósito de la investigación.

1.4.3 Justificación social

En vista de que el agua es crucial para la vida en la Tierra, su provisión y calidad del agua se han transformado en preocupaciones importantes en los últimos años para todas las sociedades. Existen variables adicionales que



contribuyen a la reducción del abastecimiento de este recurso, como el aumento de la población que aumenta la necesidad de agua y crea nuevas causas de contaminación que degradan el estado del recurso.

Con este proyecto de investigación se pretende evaluar la calidad del agua para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, debido a que el agua es un recurso de vital importancia para el desarrollo de la población, en donde muchas veces es utilizada y devuelta al ambiente sin ningún tratamiento adecuado, en donde estas muchas veces están congruentes a la salud pública en donde en ocasiones estas aguas para el consumo humano no cumplen las normativas vigentes aplicables actuales, lo cual son un riesgo para el bienestar de la población que habitan dicho lugar.

El trabajo actual tiene como objetivo ayudar a las personas a comprender y preocuparse por el problema de la contaminación del agua, así como informar a las entidades pertinentes para que realicen un seguimiento constante de las fuentes de agua para consumo humano. De esta manera, promovemos el cumplimiento integral de la normativa, lo que contribuye a reducir el riesgo de enfermedades.

1.5. Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

- La calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno no es significativa.



1.5.2 Hipótesis específicas

- La concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno se encuentra elevado.
- La concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno no se encuentra elevado.

1.6. Variables

A continuación, pasamos a describir las variables cuantitativas continuas de la investigación, ya que estas tomaran valores numéricos infinitos a través de un tiempo o intervalo específico, las variables son:

1.6.1 Variable independiente:

- Esta variable no se manipula en la investigación, pero si es cambiante durante la estación, sería los componentes que conforman el sistema de agua potable existente del sector Suma Pujo.

1.6.2 Variable dependiente:

- Calidad del agua



1.6.3 Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

VARIABLE	DIMENSIÓN DE ANALISIS	INDICADORES	UNIDAD
	Parámetros Físicos	Temperatura	°C
		pH	Unidad pH
		C. eléctrica	µS/cm
		Turbidez	NTU
Calidad del agua	Parámetros Químicos	Solidos totales disueltos	Mg/L
		Dureza total	mg/l de CaCO ₃
		Cloruros	mg/l
		Sulfatos	mg/l
	Parámetros bacteriológicos	Nitratos	mg/l
		Coliformes totales	nmp/100ML
		Coliformes termotolerantes	nmp/100ML



CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1 A nivel internacional

Pavón (2011), el objetivo de la investigación era evaluar la calidad de las aguas superficiales de la subcuenca del río La Trinidad usando indicadores fisicoquímicos, biológicos y bacteriológicos, con el fin de establecer una línea de base para la gestión integrada de la cuenca. La condición biológica de las fuentes hídricas superficiales se evaluó mediante la técnica BMWP/Col. del Biological Monitoring Working Party. Los resultados indican que la investigación bacteriológica reveló niveles extremadamente altos de CTF >1.200 NMP/100 ml; la Norma Regional CAPRE (1994) prohíbe el uso doméstico o el consumo humano debido a los riesgos potenciales para la salud. La relación entre la DBO5 y la DQO en superior, central y inferior es de 0.01 mg/l, 0.15 mg/l y 0.03 mg/l, respectivamente. Esto sugiere que existen descargas inorgánicas en algunas áreas de la subcuenca que son difíciles de limpiar biológicamente. Se estableció que, al examinar la calidad del agua, los enfoques fisicoquímico y biológico funcionan mejor juntos.



Según Zhen (2009) en su trabajo de investigación titulada “Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008”, el objetivo fue evaluar durante un año hidrológico (setiembre del 2007 a junio del 2008) la calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca quebrada Victoria en relación a las principales fuentes puntuales y no puntuales de contaminación. En su metodología analizó 15 sitios de muestreo desde la toma de agua del acueducto de Curubandé hasta la naciente de la mencionada quebrada. Como resultados obtuvo que el agua de la parte alta de la quebrada se caracteriza por ser ligeramente neutra (pH medio de 6,5) y de la parte baja ácida (pH medio de 4,7). El agua de los sitios 8 hasta el 15 de la quebrada Victoria, exceptuando los sitios 12 y 13 en la época de transición seca a lluviosa del 2008, es apta para consumo humano con tratamiento simple y desinfección; mientras que, el agua de los sitios 1 hasta el 7, exceptuando el sitio 4 en la época lluviosa del 2007, es apta para consumo humano con tratamiento que incluya el ajuste de pH (entre 6,5 y 8,5) y desinfección. La calidad física del agua del sitio 14, que tiene áreas aledañas con suelos erosionados, arcillosos y pendientes mayor de 5°, se deterioró en la época de transición seca a lluviosa del 2008, debido al aumento de los parámetros de color (> 10 U-Pt-Co) y turbiedad (> 25 UNT). Asimismo, la calidad bacteriológica del agua de los sitios 4, 12 y 14, ante fuertes precipitaciones como las ocasionadas por la tormenta tropical Noel del 2007 y en la época de transición seca a lluviosa del 2008, se deterioró debido al aumento de coliformes fecales (> 2000 NPM/100 mL); asimismo, el agua de los sitios 12 y 13 presentó contaminación fecal en la época de transición seca a lluviosa del 2008, debido al



aumento de *Escherichia coli* (> 2000 NPM/100 mL); concluyendo que estas fuentes no son utilizables para el consumo humano.

Chacón (2018), evaluó los niveles bacterianos en tres pozos profundos debido a la exposición a contaminantes residuales. Los CTT y *E. coli*, se evaluaron aguas subterráneas, el río Viejo y sus principales afluentes, incluyendo manantiales, pozos perforados y excavados, con dos muestreos en 16 lugares a lo largo del río. Las concentraciones de coliformes termotolerantes variaron entre $1,10 \times 10^1$ y $7,90 \times 10^4$ NMP/100 mL, y las de *Escherichia coli* oscilaron entre $< 1,8$ y $7,90 \times 10^4$ NMP/100 mL durante las estaciones seca y lluviosa. Los resultados indican que las aguas superficiales están contaminadas, lo que representa un riesgo para la salud debido a la presencia de cepas patógenas de *E. coli*. Los hallazgos indican que existe contaminación fecal y que las actividades humanas están afectando tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas, poniendo potencialmente en peligro la salud pública

2.1.2 A nivel nacional

De la Cruz y Delgado (2022) en su estudio tuvo como Propósito de comprobar la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de la comunidad de Mollehuaca, distrito de Huanuhuanu; la recolección de datos se realizó entre febrero y abril de 2022, utilizando un muestreo no probabilístico en tres puntos: el embalse, el punto intermedio y el final de la red de distribución. Se analizaron coliformes totales y fecales, *E. coli*, pH, color, turbidez y cloro residual. En el transcurso de los tres meses de ensayo, los resultados medios para los coliformes totales fueron los siguientes: en el embalse, los resultados fueron $> 22,67$, en el punto intermedio, $< 8,40$, y en el final, $< 15,37$. Los valores de



coliformes termotolerantes fueron superiores a 22,67 en el embalse, inferiores a 1 en el punto intermedio e inferiores a 1,87 en el punto final. Las concentraciones de E. Col fueron inferiores a 1,10 en el embalse, inferiores a 1,10 en el punto intermedio e inferiores a 1,80 en el punto final. Cada muestra tenía un pH entre 6,5 y 8,5, un color inferior a 1 UC y una turbidez inferior a 15 UNT. El embalse tenía cloro residual a 0,31, <0,0597 en la mitad, y <0,0627 en la conclusión. De acuerdo a las normas de agua para consumo humano del MINSA, el agua que se bebe en la comunidad de Mollehuaca no cumple con los niveles máximos permisibles de calidad de agua, por lo que el agua no es apta para consumo humano.

Torres y Coronación (2021), buscó estimar la calidad del agua destinada al consumo en los C.P. de Pueblo Libre y Pampachacra, Como parte de la investigación se examinaron muestras de agua de residencias, reservorios y manantiales. El protocolo nacional de monitoreo de recursos hídricos superficiales (R. J. N°010 - 2016 - ANA) y el D.S. N° 004 - 2017 - MINAM, que establece las normas de calidad ambiental para aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (subcategoría A1) y al DS N.º 031-2010. S.A. se siguieron en los procesos de muestreo, preservación, conservación, almacenamiento y transporte. El análisis de los datos se realizó a un nivel de significación del 5%. Tras una evaluación de la calidad del agua en el centro de Pueblo Libre, se descubrieron los siguientes datos: coliformes totales > 50 NMP, coliformes termotolerantes > 20 NMP, conductividad de 103,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cloruros de 5,01 mg/L y dureza de 100 mg/L.



Tavares y Morales (2018), se orientó a medir los parámetros fisicoquímicos en el campo y en el laboratorio aplicando métodos estandarizado. De acuerdo con el enfoque del estudio, Se determinaron ocho ubicaciones para el muestreo para mediciones y muestreos in situ en el río Caracha, embalse, agua residual de la laguna de tratamiento de la ciudad, puquial y laguna Uerpococcha. De junio a septiembre de 2017, se controló sobre el terreno la calidad del agua en cuanto a temperatura, conductividad, sólidos disueltos totales, pH y arsénico. En el laboratorio también se midieron los sólidos totales, los fosfatos, los nitratos, los sulfatos y los metales (calcio, plomo, potasio, sodio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, magnesio, mercurio y zinc). Entre las técnicas empleadas se encuentran la volumetría normalizada, la gravimetría y técnicas experimentales como la espectroscopia UV-visible y de absorción atómica. Con excepción del arsénico (0,13 ppm) en el río Caracha y los fosfatos (1,51 ppm) en el puquial, los resultados indican que todos los parámetros investigados se encuentran dentro de los rangos designados. Por último, pero no menos importante, los valores fisicoquímicos del sistema hidrosocial de Sacsamarca fueron analizados utilizando el marco DPSIR. Este enfoque integra aspectos sociales y medioambientales. El río Caracha sigue presentando niveles significativos de arsénico debido a la falta de cooperación con los niveles institucionales superiores y a un control inadecuado de las aguas superficiales.

Aguilar y Navarro (2018), el propósito de la investigación fue analizar la calidad del agua destinada al consumo en la comunidad de Llañucancha, distrito de Abancay, provincia de Abancay; en el laboratorio de control de calidad de agua DESA de la Dirección Regional de Salud de Apurímac, se procesaron los datos de DIGESA (2012) y del Reglamento de Calidad de Agua para Consumo



Humano del MINAM (2012) utilizando el software estadístico, SPSS (Statistical Processing System). Los resultados de laboratorio fueron los siguientes: dureza total $74,28 \pm 13,3$, calcio $23,35 \pm 7,9$, magnesio $4,74 \pm 9,8$ y cloruros $74 \pm 15,6$; pH $7,78 \pm 4,0$, temperatura $17,43 \pm 8,2$, conductividad $138,12 \pm 4,1$ y alcalinidad $73,68 \pm 10,3$ (parámetros físicos). Los coliformes termotolerantes de la cuenca fueron $6,67 \pm 16,83$ en el embalse, $1,75 \pm 2,60$ en la piscina residencial y $18,08 \pm 13,51$ en el embalse. La captación total de coliformes fue de $18,67 \pm 28,05$. Aunque las propiedades fisicoquímicas del agua estén dentro de los límites normales, la Norma Técnica 031-DIGESA establece que los niveles de coliformes totales y termotolerantes deben ser inferiores a 1 UFC/ml. Todos los componentes del sistema de abastecimiento de agua presentaron resultados superiores a este nivel, lo que significa que el agua no es apta para el consumo humano.

2.1.3 A nivel local

Ramírez (2020) en su investigación, cuyo propósito fue determinar si el agua potable del distrito de Paucarcolla se ajusta a los criterios del ECAS para parámetros microbiológicos y físico-químicos según el D.S. 004 - 2017 MINAM, se llevaron a cabo análisis y valoraciones exhaustivas. La técnica metodológica que tuvo en cuenta la toma de muestras de agua en tres puntos de muestreo y para el análisis físico-químico fue el Procedimiento Normalizado para el Examen de Aguas y Aguas Residuales de la NTP, 14ª edición, 1975-20ª edición, 2005. El número más probable de coliformes (NMP) y el recuento en placa se utilizaron para evaluar los parámetros microbiológicos de acuerdo con la APHA, la AWWA y la WPPC. Los parámetros fisicoquímicos desde la cuenca hasta el embalse



cumplen las normas de calidad ambiental (NCA) en todos los puntos de prueba, lo que indica que no hay riesgo para la salud pública. El agua potable de Paucarcolla cumple con las normas fisicoquímicas especificadas, que incluyen coliformes totales, pH, dureza, sulfatos y conductividad. Cumple con las Normas de Calidad Ambiental (NCA) para coliformes totales y termotolerantes, según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. A pesar de no cumplir con los mismos criterios que el reservorio, el agua de la cuenca es apta para el consumo humano previo tratamiento.

Contreras (2021) en su investigación "Calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao – Puno", tuvo como finalidad de promover la salud de los habitantes de Jiscullaya, en el distrito de llave, determinar la calidad del agua que pueden consumir los seres humanos procedente de los manantiales. En el planteamiento del estudio se utiliza una muestra representativa para evaluar los factores pertinentes al analizar la calidad del agua. Los resultados demuestran que, tanto en términos de calidad fisicoquímica como bacteriológica, la calidad del agua cumple los requisitos establecidos por la Organización Mundial de la Salud y el Ministerio de Sanidad. El análisis fisicoquímico de las muestras de agua se realizó en el Laboratorio de Química de la UNA - Puno. Obteniéndose los siguientes resultados: dureza total = 52 mg/L, cloruros = 15.30 mg/L, sulfatos = 4 mg/L, calcio = 16.19 mg/L, magnesio = 02.95 mg/L, solidos totales = 67.10 mg/L; en cambio para los coliformes totales se encontró un valor de 28NMP/100mL y Eschericha coli se encontró un valor de 0NMP/100mL. En conclusión, desde el punto de vista físico-químico la calidad de agua de la captación es apta para el consumo potable en la parcialidad de Jiscullaya, el recuento global de coliformes



está dentro de los límites superiores permitidos por las directrices actuales. Sin embargo, desde el punto de vista del análisis bacteriológico, el recuento total de coliformes supera significativamente los límites de la norma. Estos coliformes totales pueden estar relacionados con enfermedades infecciosas y diarreicas.

Sandoval (2021), en su análisis, el objetivo era conocer la calidad del agua de pozo de 2019 en la localidad de Moro, Paucarcolla. Como parte de la metodología del estudio, se tomaron muestras de agua de cinco pozos y se sometieron a análisis físicos, químicos y microbiológicos en un laboratorio. En el análisis estadístico descriptivo se emplearon la prueba Z, la media y la desviación típica para comparar los resultados con la normativa vigente en aquel momento. Los resultados indicaron que la temperatura media era de 17.82 °C, la turbidez de 1.34 UNT y los sólidos disueltos de 682.51 mg/l, todos dentro del rango normal. La conductividad eléctrica media de 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ superó el límite permitido de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los parámetros químicos estaban dentro de los límites normales: dureza total de 134.19 mg/l, sulfatos de 43.65 mg/l, nitratos de 37.45 mg/l y cloruros de 289.35 mg/l. El pH medio era de 7.62. Las características bacterianas del agua de pozo revelaron que las cinco muestras carecían de coliformes termotolerantes, y el recuento medio de coliformes totales superó el límite permitido de 100 UFC/100 ml con 109,60 UFC/100 ml. Tanto el recuento total de coliformes como el límite microbiológico permitido se superaron en el caso de la conductividad eléctrica.



2.2. Bases teóricas

2.2.1 Agua

Todos los tipos de vida conocidos dependen del agua para sobrevivir. Cuando hablamos de agua, solemos referirnos a Sustancia en estado líquido, aunque también puede ser sólida (calor) o gaseosa (vapor). La materia acuosa constituye aproximadamente el 71% de la superficie terrestre. La mayor parte se encuentra en los océanos, que contienen el 96,5% de toda el agua; Los depósitos subterráneos (acuíferos), el permafrost, los glaciares continentales y los glaciares y casquetes polares representan el 1,74% del total; los lagos, la humedad del suelo, la atmósfera, los embalses, los ríos y los seres vivos constituyen el 0,04% restante (Ramirez Choquehuanca, 2020).

Este líquido es un elemento de la naturaleza, integrante de los ecosistemas naturales, fundamental para el sostenimiento y la reproducción de la vida en el planeta ya que constituye un factor indispensable para el desarrollo de los procesos biológicos que la hacen posible (Paredes Díaz, 2018).

2.2.2 Fuentes de abastecimiento de agua

2.2.2.1 Aguas subterráneas

El agua que llena todos los espacios de los estratos geológicos, incluida toda las fuentes subterráneas se definen como las que están por debajo del nivel freático.. Especialmente en las regiones áridas, donde la escorrentía disminuye significativamente a lo largo de determinadas estaciones del año, las aguas subterráneas son extremadamente importantes. La lluvia, la nieve y/o la Los lagos y los ríos constituyen las dos principales fuentes de infiltración indirecta subterráneas. El agua se desplaza por las capas subterráneas mediante un



proceso denominado percolación, mientras que la infiltración es la forma en que llega a las capas superiores del suelo. Los cursos de agua perennes existen a pesar de la ausencia de precipitaciones porque hay una contribución a las aguas superficiales si el nivel de estas está por debajo del nivel freático (efluente) y una entrada a las aguas subterráneas si está por encima del nivel freático (influyente) (Villón, 2002).

Los acuíferos están formados por fuente subterránea, que es el agua que se encuentra bajo la superficie (en el subsuelo) y se ha filtrado por influencia gravitacional a través del suelo, las masas de agua (ríos, lagunas, etc.) y los materiales rocosos y suelos permeables. El agua subterránea se mueve a un ritmo pausado a través de estos espacios vacíos. Aunque en su mayor parte es inalcanzable, el agua subterránea constituye realmente la mayoría del agua dulce en forma líquida (Gonzales Leal, 2012).

a. Agua de manantiales

Debido a la orografía del terreno, los manantiales -aguas subterráneas- afloran a la superficie, normalmente en llanuras o laderas donde las corrientes encuentran capas selladas en los suelos que cruzan. El agua en el medio natural no es del todo pura; cuando se desplaza por el suelo, absorbe minerales que le confieren sus cualidades únicas. También puede absorber gases, sustancias orgánicas o bacterias. La gente solía pensar que el agua de manantial era de excelente calidad debido a su proceso natural de purificación, que eliminaba los contaminantes cuando el agua atravesara varias capas freáticas (Rodríguez , Martínez , & Hernández , 2003).



Son corrientes acuáticas puramente naturales que emergen del interior del suelo, a través de una pequeña región o de un único lugar. Pueden encontrarse en tierra firme o desembocar en lagos, lagunas, ríos, arroyos o riachuelos. También pueden ser intermitentes o persistentes, y podrían originarse a partir de material ígneo o de la filtración de precipitaciones. El nivel de precipitaciones y la temporada anual influyen en el flujo de los manantiales. En épocas de sequía o escasez de precipitaciones, los manantiales de infiltración suelen secarse; sin embargo, otros tienen caudales abundantes y continuos que sirven como fuente vital de agua local (Rodríguez , Martínez , & Hernández , 2003).

Aguas de pozos

Consiste en excavar pozos o perforar para obtener agua subterránea. Se utilizan diversas técnicas, como una bomba eléctrica o un molino de viento, para extraer, recoger y elevar el agua hasta un depósito de almacenamiento (Ordoñez, 2002).

Para los hogares, los pequeños asentamientos rurales y las regiones metropolitanas, los pozos de sondeo pueden proporcionar una fuente de agua asequible. El método básico de funcionamiento consiste en excavar un agujero en un acuífero, utilizar una bomba accionada por energía humana o mecánica para extraer el agua que se ha filtrado. La construcción se realiza rápidamente y, para la mayoría de las circunstancias geológicas, se puede acceder a una serie de técnicas básicas de perforación (Bruni & Spuhler , 2018).

Un sondeo es un agujero perforado en la tierra que atraviesa muchas capas, algunas de las cuales pueden estar consolidadas y otras no; algunos



estratos pueden ser acuíferos y otros no. Dado que cada formación exige una estrategia de perforación particular, a veces es necesario emplear procedimientos distintos en cada estrato que atraviesa un sondeo (OPS/CEPIS, 2004).

2.2.2.2 Aguas superficiales

El agua en movimiento o almacenada en la superficie terrestre se denomina agua superficial. Por consiguiente, el agua que se observa en movimiento a través de los cursos de agua crea las aguas superficiales, que se alimentan en los cursos de agua fluviales mediante precipitaciones, deshielo o movimiento de aguas subterráneas a través de afloramientos (Chow, Maidment, & Mays, 2000).

Las aguas superficiales son las creadas por lagunas, ríos, océanos y otros depósitos naturales. Aunque estos líquidos parezcan cristalinos, suelen estar contaminados y no deben ser consumidos por el ser humano a menos que reciban un tratamiento adecuado. Además, cuando se desplazan por el país, reciben muchos gérmenes, y cuando atraviesan las ciudades, son objeto de vertidos de aguas residuales y basura, lo que contamina el agua (DIGESA, 2011).

2.2.3 Escasez del agua

Cuando los recursos de agua dulce de una zona concreta son insuficientes para satisfacer la demanda, se produce escasez de agua. Cuando la necesidad de agua sobrepasa la cantidad disponible, se dice que escasea. Con las estructuras institucionales y las limitaciones de infraestructura actuales, esta situación es el resultado de una elevada demanda agregada por parte de



todos los sectores consumidores de agua en relación con la oferta disponible (Contreras Chura, 2021).

Las razones de la actual crisis del agua son bien conocidas: durante el último siglo, el consumo mundial de agua ha aumentado a un ritmo que duplica con creces el crecimiento de la población, y cada vez son más los lugares que se están quedando sin fuentes fiables de agua. Particularmente en las zonas desérticas y semiáridas, el crecimiento demográfico, la expansión económica, la expansión urbana y la polución están generando una presión sin precedentes sobre las reservas de agua renovables. Al mismo tiempo, se reconoce cada vez más que los servicios ecosistémicos y medioambientales deben considerarse usos primarios del agua. El ya complejo vínculo entre desarrollo y consumo de agua se ve agravado por las necesidades de bioenergía y el cambio climático (FAO, 2013).

Hay inundaciones, sequías, desiertos, cambios en la temperatura y el suelo, y un proceso acelerado de extinción que afecta a las fuentes, manantiales y cuencas hidrográficas. Sin embargo, la actividad humana es la más extrema; se dedica a una deforestación frenética, desprecia la sabiduría tradicional, en particular la de las poblaciones indígenas que viven cerca, y utiliza diferentes métodos, como proyectos de ingeniería, presas y desvíos, para extraer el agua de los ríos. En un entorno de escasez de agua se ponen en peligro tres facetas esenciales del bienestar humano: la producción de alimentos, la sanidad y la estabilidad social y política. Si el recurso se reparte sin tener en cuenta el componente ecológico, la situación se vuelve mucho más problemática (PNUMA, 2003).

2.2.4 Calidad de agua

Antes de construir el sistema de provisión, debe evaluarse la calidad del agua potable. El agua natural contiene contaminantes que varían según el tipo de fuente y pueden ser de naturaleza fisicoquímica o bacteriológica. Es necesario purificar el agua antes de beberla si las cantidades de contaminantes sobrepasan los niveles sugeridos. Además de estar libre de contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud, el agua tampoco debe tener cualidades que la hagan insegura para el consumo (Contreras Chura, 2021).

La calidad del agua para el consumo humano, el riego, la industria, la piscicultura y los usos recreativos suele tenerse en cuenta en proporción a la finalidad o actividad a la que se aplica (y no en términos absolutos). La calidad de una masa de agua natural también puede determinarse por lo cerca que está de su estado nativo (composición); la contaminación es el indicador de que una masa de agua se aleja de estos parámetros (Sanchez, 2016).

Zea (2010) afirma que el agua potable debe cumplir las siguientes cualidades de calidad del agua:

- Carente de organismos nocivos.
- Concentraciones bajas de sustancias como el plomo, que son extremadamente peligrosas o tienen graves consecuencias a largo plazo.
- Sin ambigüedades.
- No salado o salado.
- Carente de sustancias que desprendan un sabor u olor desagradables.



- No corrosivo; no debe dejar manchas en la ropa ni provocar atascos en las tuberías

2.2.5 Importancia de la calidad de agua

La importancia del recurso hídrico para la sociedad está considerada como un bien esencial en el crecimiento económico y desarrollo social de las naciones. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación es un sector importante para la economía de muchos países como lo es la agricultura, utiliza alrededor del 70% del total del agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10% restante es para consumo doméstico. Además de la disponibilidad, otro problema es la mala calidad del agua (Contreras Chura, 2021).

Sugiere que la relevancia de los recursos de agua para la sociedad se considera un componente clave de la capacidad de un país para prosperar económica y socialmente. La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación afirma que el sector industrial utiliza el 20% del total del agua extraída, mientras que el 10% restante se destina al consumo doméstico. La agricultura, que es una parte importante de la economía de muchos estados utilizan en torno al 70% del agua total extraída. La mala calidad del agua es otro problema, además de la disponibilidad. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), Más de mil millones de personas no tienen acceso a agua limpia; en los países en desarrollo, Las reservas de agua útil se contaminan cuando el 90%-95% de las aguas residuales y el 70% de los residuos industriales se vierten a las aguas superficiales sin tratar. Al menos el 29% de las zonas rurales carecen de acceso a agua limpia, y



el 62% carecen de sistemas de saneamiento. A su vez, la escorrentía de fertilizantes y pesticidas, así como la lluvia ácida, contaminan enormemente las aguas superficiales y subterráneas debido a las explotaciones agrícolas, sobre todo en los países desarrollados (Molina, 2002).

2.2.6 Impacto de la calidad de agua en la salud

La salud y el agua son dos cosas esenciales e interdependientes. En la actualidad, los problemas relacionados con la condición y proporción del agua para abastecer de forma sostenible a la población están entrelazados con la continuidad del servicio. Se reconoce que los procesos sociales, en los que las condiciones de vida tanto en el hogar como en la comunidad desempeñan un papel fundamental, determinan en última instancia la salud de las personas y de las comunidades humanas. Por esta razón, los determinantes ambientales -que incluyen el agua y los sistemas de abastecimiento- también deben incluirse a la hora de explicar el riesgo de enfermar (Hernandez Vasquez, 2011).

Debido a su uso práctico y a su papel como componente vital en el mantenimiento del ecosistema, el agua y la existencia humana están estrechamente relacionadas. También es un agente fundamental de enfermedad o bienestar. El bienestar de las personas depende de que tengan acceso a agua limpia, ya que el agua contaminada es una de las principales vías por las que las enfermedades se propagan e infectan a las poblaciones más vulnerables, especialmente a los niños (Contreras Chura, 2021).

El agua no potable puede provocar las siguientes enfermedades:

- **Enfermedades microbiológicas transmitidas por el agua:** Son patologías altamente transmisibles a través de alimentos y manos, como fiebre tifoidea, cólera, disentería bacilar, disentería amebiana, gastritis y gastroenteritis (Ramos Flores, 2019).
- **Enfermedades químicas transmitidas por el agua:** Se trata de enfermedades relacionadas con el consumo de agua contaminada con sustancias peligrosas, ya sean artificiales o naturales. Algunos ejemplos son las gastroenteritis provocadas por bacterias, virus, hongos o compuestos tóxicos como el plomo, el arsénico o el hierro; también pueden ser la fluorosis endémica crónica y la metahemoglobinemia infantil (Ramos Flores, 2019).
- **Enfermedades transmitidas por contacto con el agua:** Su origen son los microbios infecciosos que penetran en el cuerpo humano a través de la piel. La enfermedad bipolar, o esquistosomiasis, es un ejemplo típico (ECODES, 2005).

2.2.7 Agua de consumo humano

El agua distribuida a través de los sistemas de abastecimiento debe ser inocua. Para ello, la calidad del agua debe cumplir con las condiciones físico químicas y bacteriológicas establecidas por el Ministerio de Salud, de tal manera que el consumo no dañe la salud de los usuarios (Contreras Chura, 2021).

Considerando que aborda necesidades primarias para la salud y los estándares de vida de las personas expresadas el acceso al agua potable limpia es un derecho humano fundamental, ya que es un componente del derecho al acceso universal a los servicios de agua y saneamiento. Para garantizar la

sostenibilidad a medio y largo plazo de la cobertura de los servicios de agua y saneamiento en muchos países, siguen existiendo deficiencias en la calidad del suministro de servicios, la organización, la falta de planificación y la insuficiencia de inversiones en todo el mundo (Hernandez Vasquez, 2011).

Por otro lado, la calidad del agua de consumo humano se refiere a que el agua se encuentre libre de elementos que la contaminen y conviertan en un vehículo para la transmisión de enfermedades. Por su importancia para la salud pública, la calidad del agua merece especial atención. Sin embargo y sobre todo en los países en desarrollo a este problema se le ha prestado poca atención en comparación con otros aspectos como la cobertura (OPS/CEPIS, 2004).

2.2.8 Principales indicadores físicos, químicos y microbiológicos de calidad de agua

A continuación, se muestran los principales indicadores físicos, químicos y biológicos de calidad de agua:

2.2.8.1. Indicadores físicos y químicos del agua

Se dice que el agua tiene las propiedades físico-químicas que le permiten contener todos los elementos clasificados en la tabla periódica, ya que es un disolvente universal. Sin embargo, son pocos los factores importantes para el tratamiento del agua cruda para beber o los que afectan al estado de salud del consumidor (OPS/CEPIS, 2004).

Se consideran significativos los siguientes:

a) Potencial de hidrogeno (pH):



Es una expresión general para describir la magnitud de una solución ácida o alcalina. El método para expresar la proporción de iones hidrógeno es más preciso (Zea , 2010).

Un material neutro está formado por una cantidad igual de átomos de hidrógeno y de hidroxilo. Un material se considera ácido cuando su cantidad de el número de átomos de hidrógeno (H+) excede al de átomos de hidroxilo (OH-) (DIGESA, 2002).

b) Temperatura:

Es una de las características físicas más importantes del agua, ya que influye en la velocidad de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la desinfección, y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración (OPS/CEPIS, 2004)

Dadido a su impacto en el crecimiento de la ecosistema acuática, las interacciones químicas y la rapidez de las reacciones, junto con la idoneidad del agua para determinadas aplicaciones beneficiosas, la temperatura del agua es un elemento de gran trascendencia (DIGESA, 2002).

c) Conductividad

La causa de la variación en los cálculos de conductividad eléctrica se debe a la contaminación salina resultante de los procesos de absorción de aguas superficiales Si bien el agua natural contiene iones en su estructura, los valores que exceden los límites permisibles están vinculados a fuentes de contaminación provenientes de actividades mineras. Además, hay que tener en cuenta la estación de muestreo (lluviosa o seca) (Mondaca, 2013).



d) Sólidos disueltos totales

Las partículas en suspensión del agua proceden de diversas fuentes, entre ellas los restos orgánicos, como los detritos y el plancton (algas), pero también pueden proceder de interacciones con el suelo, concretamente de la presencia de partículas en suspensión del suelo. Si alguien bebe agua con una alta concentración de sólidos disueltos, puede tener un efecto fisiológico perjudicial para él (Robles, Ramírez, Durán, Martínez y González, 2013). Estos sedimentos pueden cambiar el color del agua natural expresado como turbidez (Robles, Ramirez, Duran, Martinez, & Gonzales, 2013).

e) Turbidez

Una turbidez elevada suele estar relacionada con altas concentraciones de organismos microscópicos como virus, parásitos y algunas bacterias. La materia en suspensión que produce el parámetro de turbidez del agua incluye Las arcillas, el limo, los materiales orgánicos e inorgánicos finamente divididos, los compuestos orgánicos solubles en color, los microorganismos (de 0,1 a 1.000 nm) y el plancton son ejemplos de depósitos de erosión (Aurazo, 2014)

f) Cloruros

El cloro (Cl_2) es usualmente utilizado como desinfectante, sin embargo, en combinación con un metal, como el sodio (Na), es esencial para la vida, dado que, pequeñas cantidades de cloruros son requeridas para la función celular en los seres vivos, así como también el cloruro, en forma de ion Cl^- , procede de fuentes naturales, aguas residuales y vertidos industriales (Garcia Noblejas, 2019).

g) Aceites y grasas

Cualquier material recuperado, como sustancia soluble en Cloroformo, incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una mezcla acidificada, tales como, los compuestos de azufre, ciertos tintes orgánicos y la clorofila, no volatilizados durante la prueba, se expresa en mg/L. La presencia de Aceites y Grasas en el agua, alteran su calidad estética de color, olor, sabor y apariencia (García Noblejas, 2019).

h) Oxígeno disuelto

El oxígeno disuelto (OD) es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno libre es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas, y otros organismos; por eso, desde siempre, se ha considerado como un indicador de la capacidad de un río para mantener la vida acuática (Sawyer, 1978).

2.2.8.2. Indicadores microbiológicos de agua

Según la OPS/CEPIS (2004) el control rutinario de todos los microorganismos patógenos que deben ajustarse a los siguientes requisitos básicos no es factible debido a la amplia gama de microorganismos presentes en las muestras de agua y a la complejidad de la mayoría de los métodos de enriquecimiento, separación e identificación.

Deben:

- ser fáciles de manejar en un laboratorio
- ser relativamente no perjudiciales para las personas y los animales

- Tener un nivel que se corresponda con la cantidad de bacterias nocivas presentes en el agua.

Dentro de los indicadores microbiológicos de agua se encuentran:

a) Coliformes totales

Son bacterias gramnegativas, aerobias y anaerobias facultativas, no esporulantes y alargadas, que forman colonias rojas con brillo metálico en un medio tipo Endo con lactosa, después de incubar 24 horas a 35°C (NORMA TECNICA PERUANA, 2012).

Las heces y el medio ambiente, como arroyos ricos en nutrientes, suelos y materia vegetal en descomposición, pueden contener bacterias coliformes totales. Además, algunas especies crecen en el agua pero casi nunca se descubren en los excrementos (DIGESA, 2002).

b) Coliformes termotolerantes (Fecales)

La expresión «coliformes termotolerantes» describe una clase de microbios que comparten características químicas con los coliformes. Esta categoría comprende los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*, que son conocidos por su capacidad de desarrollarse a altas temperaturas de incubación (44-45,5 °C) (Contreras Chura, 2021).

Se denomina coliforme fecal a todo lo que está clara e inmediatamente relacionado con el medio fecal. Aunque también pueden encontrarse en el suelo, las plantas y el agua, el conducto digestivo de los animales de sangre caliente es uno de los hogares habituales de este tipo concreto de bacterias. La presencia

de *Klebsiella* no siempre indica contaminación fecal, por lo que algunos resultados pueden ser falsos positivos, ya que la identificación de coliformes fecales depende de su termotolerancia. Por lo tanto, se necesitan técnicas sensibles para evaluar el nivel de contaminación fecal (OPS/CEPIS, 2004).

Características:

- La lactosa puede ser fermentada entre 44 y 45 °C por los géneros *Escherichia* y, en menor grado, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*.

Riesgos para la salud:

- En un sistema de distribución, la probabilidad de que vuelvan los gérmenes coliformes termotolerantes es baja. a proliferar a menos que el agua tratada entre en contacto con materiales inadecuados o se disponga de un suministro adecuado de nutrientes.
- Pueden infectar heridas y las membranas mucosas de los oídos y los ojos por contacto directo.
- Inducen gastroenteritis aguda cuando se consumen.

2.2.9 Contaminación del agua

Como ya se ha indicado, la contaminación microbiológica es la más significativa desde el ángulo sanitario, y hay que vigilar de cerca sus fuentes. Para determinar si una determinada fuente de agua es buena o pésima, segura o peligrosa, hay que fijarse en los valores máximos de contaminantes que pueden estar presentes. Sin embargo, es crucial dar un paso más y evaluar la probabilidad de que esa agua, que podría haber sido segura en el momento del



análisis, deje de serlo en unos días u horas. Por lo tanto, también es necesario examinar la posibilidad de contaminación. Esto significa que, además de la calidad intrínseca del agua, hay que evaluar su calidad y la de los componentes que la sujetan o que se utilizan para su conducción, provisión y transporte hasta los clientes (Solsona, 2003).

Además de los parámetros de calidad, un buen servicio debe cumplir con los siguientes criterios, a veces conocidos como los «requisitos de las siete C»:

- **Calidad:** indica la falta de contaminantes en el agua para evitar que sirva de conducto de propagación de enfermedades.
- **Cobertura:** Esto significa que todo el mundo debe tener acceso sin restricciones a agua limpia y de alta calidad; en otras palabras, nadie debe quedar excluido.
- **Cantidad:** Se refiere al requisito de que las personas puedan acceder a una cantidad suficiente de agua para su uso individual, necesidades domésticas y otros fines que requieran sus necesidades.
- **Continuidad:** Se refiere al requisito de que el servicio de agua sea continuo y permanente, ya que suministrarlo cada hora puede provocar problemas de impurezas en las redes de distribución.
- **Condición:** Se refiere al estado de las instalaciones de suministro y almacenamiento de agua de la institución. Tiene que ver con el estado corporal general de las instalaciones, que abarca filtraciones, desgastes, pérdidas y otras cuestiones físicas, así

- como la situación de seguridad contra la contaminación y la limpieza, sobre todo en lo que respecta a los depósitos y tanques.
- **Costo:** Indica que, aparte de su valor inherente, el agua limpia tiene costes adicionales que los consumidores son responsables de pagar para mantener y reparar las instalaciones, pagar los productos necesarios para el proceso de purificación el agua y mantener las infraestructuras. Además de cubrir los gastos de tratamiento, el precio debe ser asequible para los usuarios.
 - **Cultura hídrica o cultura del agua:** Esto significa que, dada la importancia del agua y su vínculo con la salud, la gente debe utilizarla con prudencia, protegiéndola lo suficiente para evitar su contaminación y adoptando prácticas higiénicas que garanticen que las generaciones futuras puedan beberla.

2.2.10 Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua

2.2.10.1. Uso de la tierra y su relación con la calidad de agua.

Los sedimentos en suspensión, procedentes en su mayoría de la erosión del suelo originada por la expansión urbana, la tala de árboles y las actividades agrícolas y las explotaciones ganaderas, son responsables del 80% del deterioro de las condiciones del agua. Sin embargo, el uso del suelo está relacionado con el flujo de agua, las riadas, el replenamiento de las aguas subterráneas, la erosión y la carga de sedimentos; también afecta a los procesos de dinámica del agua y de formación de sedimentos (Sanfeliú, 2001).

las consecuencias para los valores de aprovechamiento y los valores de no uso son las dos categorías en las que pueden dividirse las repercusiones de

las prácticas de uso del suelo. Los valores de uso pueden ser no consuntivos, como el transporte, o consuntivos, como el riego y el uso doméstico. Los valores económicos se desconocen porque no están claros los vínculos entre las actividades de uso del suelo en la cuenca alta y sus efectos sobre los consumidores de recursos en la cuenca baja (Sanfeliú, 2001).

2.2.10.2. La actividad ganadera y su relación con la calidad de agua

Dado que la capacidad de almacenamiento del suelo se ve superada fácilmente por la lluvia o el riego, la magnitud del pastoreo excesivo repercute en la masa del suelo por unidad de volumen y aumenta el pisoteo, lo que a su vez afecta a la calidad del agua. Los nutrientes acaban siendo arrastrados por la escorrentía y filtrados a las fuentes de agua. Según Vidal, López, Santoalla y Vallejos (2000), ocho toneladas de material seco por hectárea de estiércol son suficientes para enriquecer las aguas superficiales enriquecidas con nitrógeno y fósforo en regiones ganaderas con una pendiente del 1%.

2.2.10.3. La agricultura y su influencia en la calidad de agua

Una de las cuestiones más urgentes que hay que abordar la mayoría de los países latinoamericanos es la contaminación procedente de fuentes difusas, como la agricultura. Ésta es causada por el uso de pesticidas, fertilizantes e insecticidas, así como por los materiales residuales que llegan a las fuentes acuáticas por las lluvias y que están íntimamente ligados al proceso de erosión del suelo. Ésta tiene dos componentes principales: el aspecto físico, que incluye la pérdida de la capa arable del suelo, y el deterioro del suelo debido a la erosión en cárcavas y laminar provocada como resultado de la gran turbidez (Wagner, Shillings , & Libra, 2000).

2.2.10.4. Actividades Humanas

La degradación de la condición inducida por la actividad antropóloga afecta al consumo de agua aguas abajo, constituye una amenaza para la salud humana y merma la capacidad de funcionamiento de los sistemas acuáticos. Como consecuencia, hay más competencia por el agua de alta calidad y aumenta su disponibilidad efectiva (Colon, 2003).

2.2.10.5. Cobertura vegetal

Además de agravar los efectos de la lluvia sobre el suelo, la deficiencia en la cubierta vegetal incrementa el flujo superficial rompe las partículas del suelo y favorece el tránsito del agua. Esto demuestra cómo el estado de la planta y del suelo influye en la rapidez con que se desplazan los sedimentos. Además, la baja calidad del recurso hídrico es resultado de la alta cantidad de sedimentos transportados por estos arroyos como resultado de la erosión en las regiones superiores del río lo que limita su uso en procesos industriales, hidroeléctricos y de riego aguas abajo y eleva el costo de purificación del agua para consumo potable (Contreras Chura, 2021).

2.3. Marco Conceptual

2.3.1 Agua potable

Es aquel que, dadas las circunstancias especificadas en el decreto de la DIGESA, puede ser ingerido por el público en general sin que tenga un impacto negativo en su salud ya que satisface las normas organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas (Torres Fernandez & Coronacion Palomino, 2021).



2.3.2 Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

Para evaluar la cantidad de sustancias, parámetros o componentes físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, el suelo y el agua -que se consideran masas receptoras- se han establecido normas de medición (MINAM, 2010).

2.3.3 Límite Máximo Permisible (LMP)

Es la medida aceptada de la cuantía, magnitud o porcentaje de un parámetro, compuesto químico o propiedad física que caracteriza un curso de agua o vertido, que cuando se supera puede dañar la salubridad humana, el bienestar y el medio ambiente (D S 003 MINAM , 2010).

2.3.4 Manantial

Un manantial de agua es un flujo natural de agua procedente de las aguas subterráneas, que pueden aparecer en tierra, cursos de agua, lagunas o lagos. Los manantiales pueden ser permanentes o intermitentes (Rojas , 2002).

2.3.5 Muestra compuesta

Mezcla de distintas fracciones de muestra, a menudo recogidas a lo largo de un periodo de 24 horas, en la que el volumen de cada fracción se calcula en proporción al caudal de aguas residuales con cada muestreo (Lipa Paye, 2018).

2.3.6 Sistema de tratamiento de agua

Para crear agua apta para el consumo humano se necesitan diversos componentes hidráulicos, unidades de procesos físicos, químicos y biológicos,



equipos electromecánicos y técnicas de control. (Torres Fernandez & Coronacion Palomino, 2021).



CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos de la investigación y considerando a Hernández y Fernández (2010) este estudio de investigación se clasifica según:

- a. Su finalidad es aplicada, ya que buscará evaluar la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.
- b. Su alcance temporal es sincrónico, debido a que se realizará el estudio en un periodo puntual.
- c. Su profundidad es descriptiva, debido a que se intenta describir los variables de la investigación; así mismo se le considera de esta índole debido a que tiene el propósito de poder cuantificar la frecuencia de la situación problemática.
- d. Su carácter es de tipo cuantitativo descriptivo ya que pretende medir conceptos o variables a las que se refiere el estudio.



3.2. Diseño de investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño no experimental, por lo tanto, corresponde a un diseño descriptivo simple, en donde se realizó la búsqueda y la recolección de la información de carácter directo para conocer la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

3.3. Diseño estadístico

Realizar

3.4. Técnicas e instrumentos de la investigación

La técnica de recolección de datos en esta investigación, se realizó a través de:

- a. **Observacional:** En donde, nos permitió establecer la técnica de muestreo selectivo, la zona y el tiempo específico para la recolección de la muestra superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.
- b. **Monitoreo en campo:** Se realizó con la ayuda de un equipo multiparámetro para agua, en donde estas fueron recolectadas en las fichas de monitoreo; asimismo se realizó el monitoreo utilizando como guía el "protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales 2016 - ANA (R.J N°010-2016-ANA)", así mismo en el procedimiento metodológico se utilizó las siguientes fichas:
 - Ficha de identificación del lugar de muestro.
 - Ficha de registro de datos de campo.



- Ficha para la etiqueta de la muestra de agua.
- Ficha para la cadena de custodia.

3.4.1. Materiales y equipos

Los materiales, equipos y sustancias empleados en este estudio fueron:

a. Materiales:

- Frascos Erlenmeyer de 300mL.
- Pipetas volumétricas clase A de 20, 10,5,3,2,1 y 0.5 mL.
- Probetas de 50,0mL.
- Recipientes de Teflón de 1L.
- Pipetas serológicas de 5 y 10mL.
- Espátulas.
- Vasos de 0,5 y 1,0L.
- Frascos de vidrio con tapa.
- Cooler de Tecnopor.
- Rotulador.
- Papel toalla.
- Mandil.
- Guantes.

b. Equipos e instrumentos:

- GPS.
- Equipo de cómputo.
- Cámara fotográfica.

c. Reactivos e Insumos:

- Reactivos químicos.
- Caldo Lauril Trisulfato.
- Caldo Verde Brillante.
- Caldo EC.
- Agua destilada.
- Muestra de agua.

3.5. Lugar de estudio

En el marco de esta investigación, las muestras se obtuvieron de la de la captación de agua, ubicadas en la siguiente ubicación:

Departamento : Puno
Provincia : Yunguyo
Distrito : Yunguyo
Sector : Suma Pujo

❖ Ubicación geográfica de la investigación:**Tabla 2**

Coordenadas de los puntos de muestreo de la investigación.

CODIGO	UBICACIÓN	COORDENADAS		FECHA
		ESTE	NORTE	
CAP – 02	Suma Pujo	493908.00	8206755.00	31/01/2024

De igual manera, se puede observa los punto de muestreo en la siguiente figura:

Figura 1

Localización del punto de muestreo del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo.



Nota. Tomado del Google Earth.

3.6. Población y muestra

a. Población

La población para el presente trabajo de investigación se considera a las aguas superficiales para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo, del departamento de Puno, la ubicación del punto de muestreo, cuyas coordenadas están en la Tabla 2 y la Figura 1.

b. Muestra

De acuerdo con la perspectiva de Hernández & Fernández (2010), para la designación del muestreo se utilizó la muestra no probabilística de conveniencia. Esta modalidad sugiere que las muestras son elegidas por el investigador con base en estándares predeterminados. Así, la muestra en nuestro estudio

consistió en la recolección de las aguas de la cámara de captación del manantial del Sector Pujo del distrito de Yunguyo. Estas muestras, que representan 12 litros de agua recogidos en enero de 2024, se tomaron de acuerdo con los requisitos de la presente investigación.

3.7. Procedimiento Metodológico

3.7.1. Procedimiento metodológico para determinar la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

Para cumplir con este objetivo se realizó lo siguiente:

a. Toma de muestra

La toma de muestra se realizó utilizando como guía los “protocolos establecidos para la toma de muestra y la cadena de custodia para el transporte hasta el laboratorio para su conservación y que no sufra modificaciones en su composición por ANA” (MINAM, 2010) y se aplicó la metodología recomendada por D.S. N° 015-2015-MINAM. Y se tomó como guía “el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales 2016 - ANA (R.J N°010-2016-ANA)”.

En donde se realizó lo siguiente:

- Se utilizó la indumentaria adecuada como son las botas, guardapolvo (mandil), guantes, gorro y barbijo.
- Posterior a ello al inicio del muestreo se midió la temperatura in situ.
- Se recolectaron las muestras de agua de la cámara de captación del manantial del sector Suma Pujo, en frascos de vidrio y plástico

debidamente esterilizados de boca ancha y prevista con tapones, estas fueron debidamente rotuladas para evitar cualquier inconveniente.

- Después de ello las muestras se colocaron en un cooler con hielo, con el propósito de no alterar la calidad inicial de las muestras.
- Finalmente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003 – Arequipa.

b. Análisis de la concentración físicoquímica

Para la determinación de la concentración físicoquímica se realizó a través de los siguientes métodos:

- **Color:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
- **Conductividad:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method.
- **Dureza Total:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 24th Ed. 2023. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
- **(*) pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 24th Ed. 2023. pH Value. Electrometric Method.
- **(*) Oxígeno Disuelto:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 24th Ed. 2023 Oxygen (Dissolved). Azide Modification.
- **Sólidos Disueltos Totales:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 24th Ed. 2023. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180° C.

c. Trabajo en gabinete

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se ordenó los datos en el software Microsoft Excel, con la finalidad de identificar a través de tablas y gráficos los niveles de concentración de los mismos; luego se procedió a comparar estos datos con los valores establecidos por normativa correspondiente.

3.7.2. Procedimiento metodológico para determinar la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

Para cumplir con este objetivo se realizó lo siguiente:

a. Toma de muestra

La toma de muestra se realizó utilizando como guía los "protocolos establecidos para la toma de muestra y la cadena de custodia para el transporte hasta el laboratorio para su conservación y que no sufra modificaciones en su composición por ANA" (MINAM, 2010) y se aplicó la metodología recomendada por D.S. N° 015-2015-MINAM. Y el R.J N°010-2016-ANA".

En donde se realizó lo siguiente:

- Se utilizó la indumentaria adecuada como son las botas, guardapolvo (mandil), guantes, gorro y barbijo.
- Posterior a ello al inicio del muestreo se midió la temperatura in situ.
- Se recolectaron las muestras de agua de la cámara de captación del manantial del sector Suma Pujo, en frascos de vidrio y plástico

debidamente esterilizados de boca ancha y prevista con tapones, estas fueron debidamente rotuladas para evitar cualquier inconveniente.

- Después de ello las muestras se colocaron en un cooler con hielo, con el propósito de no alterar la calidad inicial de las muestras.
- Finalmente, las muestras fueron trasladadas al laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003 – Arequipa.

b. Análisis de la concentración microbiológica

Para la determinación de la concentración microbiológica se realizó a través de los siguientes métodos:

- **Coliformes Termotolerantes (NMP):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
- **Coliformes Totales (NMP):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

c. Trabajo en gabinete

Una vez obtenidos los resultados de laboratorio, se ordenó los datos en el software Microsoft Excel, con la finalidad de identificar a través de tablas y gráficos los niveles de concentración de los mismos; luego se procedió a comparar estos datos con los valores establecidos por normativa correspondiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados

4.1.1 Resultados de la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

A continuación, se presentarán los resultados alcanzados respecto a los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno:

Tabla 3

Concentraciones fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

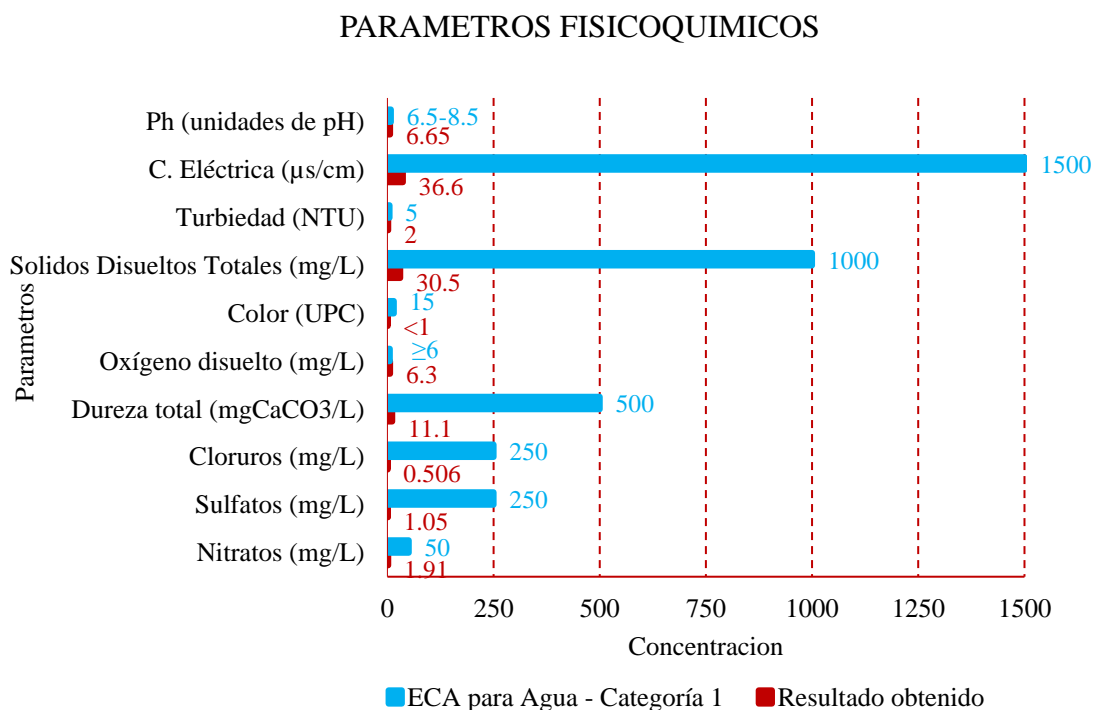
Parámetro	Límite de detección	Unidad de medida	Resultado obtenido	ECA para Agua - Categoría 1
pH	-	unidades de pH	6.65	6.5 – 8.5
C. Eléctrica	-	µs/cm	36.6	1500
Turbiedad	1.0	NTU	2.00	5
Solidos Disueltos Totales	2.5	mg/L	30.5	1000
Color	1	UPC	<1	15
Oxígeno disuelto	0.05	mg/L	6.3	≥ 6
Dureza total	1	mgCaCO ₃ /L	11.1	500
Cloruros	0.04	mg/L	0.506	250

Sulfatos	0.04	mg/L	1.05	250
Nitratos	0.009	mg/L	1.91	50

En la tabla 3, se observa las concentraciones fisicoquímicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en donde, estos parámetros fisicoquímicos (pH, C. Eléctrica, turbiedad, SDT, color, oxígeno disuelto, dureza total, cloruros, sulfatos y nitratos) se encuentra por debajo de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Figura 2

Concentración de fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo VS el ECA agua.



En la figura 3, se puede ver los resultados de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo VS el ECA agua, tal como se describe a continuación:

- **pH:** Este parámetro se encontró con un valor de 6.65 en donde representa un valor neutro, es decir que estas aguas superficiales analizadas son aptas para consumo humano del sector Suma Pujo, esto también lo indica la normativa vigente de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) el cual nos da como valor mínimo 6.5 unidades de pH y como valor máximo 8.5 unidades de pH.
- **C. Eléctrica:** Este parámetro en los análisis realizados por el laboratorio nos dio un resultado de 36.6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, este resultado obtenido se encuentra por debajo de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) el cual indica un valor de 1500 $\mu\text{s}/\text{cm}$, el valor encontrado en nuestro análisis tiene concordancia debido a que el agua analizado fue extraída de la cámara de captación del manantial del sector Suma Pujo, se sabe que estas aguas son aguas subterráneas que a veces emergen a la superficie, el resultado de la conductividad es el indicador de filtración de estas aguas por lo que tiene mejor cantidad de iones disueltos en ella.



- **Turbiedad:** Este parámetro analizado se encontró con un valor de 2 NTU, por lo que indica que se encuentra por debajo de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) el cual nos da un valor de 5NTU tal como se muestra en la figura 3, en el análisis de este parámetro se encuentra una baja cantidad debido a que estas muestras de agua analizadas son aguas de un manantial y estas aguas procedentes de estas fuentes generalmente tienen bajas concentraciones de turbiedad por lo que se encuentra subterráneamente y estas aguas son relativamente claras y limpias.
- **Sólidos Disueltos Totales:** En el resultado de este parámetro se obtuvo un valor de 30.5 mg/L y es menor a lo establecido en los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) el cual nos da un valor de 1000 mg/L tal como se muestra en la figura 3, el valor encontrado en nuestra investigación indica que hay una menor cantidad de minerales, sales y otros compuestos disueltos en el agua, además se sabe que cuando las concentraciones de TDS son bajas, el agua tiende a tener un sabor más fresco y ligero, y puede ser más adecuada para el consumo humano y otras aplicaciones donde la calidad del agua es importante.
- **Color:** El valor encontrado para este parámetro fue <1 UC cuyo valor es inferior al valor establecido de 15 UC de los “Estándares de Calidad



Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), indicando una buena calidad del agua, ya que cuando las concentraciones de estas sustancias son bajas, el agua tiende a tener un aspecto más claro y menos tintado. Es importante tener en cuenta que, aunque la baja concentración de color puede indicar una buena calidad del agua en términos visuales, no necesariamente garantiza la ausencia de otros contaminantes.

- **Oxígeno disuelto:** El resultado de este parámetro es de 6.3 mg/L lo cual cumple al valor establecido de ≥ 6 mg/L de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), de acuerdo al resultado estas aguas con valores mayores que 6mg/L se considerad como un indicador de buena calidad del agua, especialmente en el caso de fuentes naturales como los manantiales.
- **Dureza total:** El valor obtenido fue de 11.1 mgCaCO₃/L en donde, este valor se encuentra dentro del valor establecido de 500 mgCaCO₃/L de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), lo cual indicaría que una baja cantidad de minerales disueltos, especialmente de calcio y magnesio, que son los principales componentes de la dureza del agua. Bien se sabe que



cuando las concentraciones de dureza son bajas, el agua tiende a ser más suave. Esto significa que el agua puede ser más adecuada para actividades como lavar ropa, tomar una ducha o regar plantas, ya que produce menos acumulación de residuos minerales.

- **Cloruros:** El valor obtenido fue de 0.506 mg/L esta concentración se encuentra dentro del valor establecido de 250 mg/L de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), este valor bajo encontrado indica que el agua tiende a ser más adecuada para el consumo humano y otras aplicaciones, ya que altas concentraciones de cloruros pueden afectar negativamente el sabor del agua y tener efectos adversos para la salud en niveles elevados.
- **Sulfatos:** El valor obtenido fue de 1.05 mg/L esta concentración se encuentra dentro del valor establecido de 250 mg/L de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), de acuerdo a la concentración encontrada se diría que estas aguas son menos propensas a tener un sabor amargo o desagradable, por lo que se encuentra una menor presencia de contaminantes en el agua.
- **Nitratos:** De acuerdo a los resultados obtenido se evidencia un valor de 1.91 mg/L esta concentración se encuentra dentro del valor establecido de 50 mg/L de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales

destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), de acuerdo al resultado obtenido podríamos indicar que las bajas concentraciones de nitratos en un manantial pueden indicar una menor presencia de contaminación por actividades humanas, como la agricultura intensiva o la infiltración de aguas residuales, que pueden ser fuentes importantes de nitratos en el agua.

4.1.2 Resultados de la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

Seguidamente se presentan los resultados obtenidos de los análisis para los parámetros microbiológicos del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en donde se analizó en el laboratorio de ensayo acreditado por el organismo de acreditación INACAL – DA con registro N° LE 003 – Arequipa, tal como se muestra a continuación:

Tabla 4

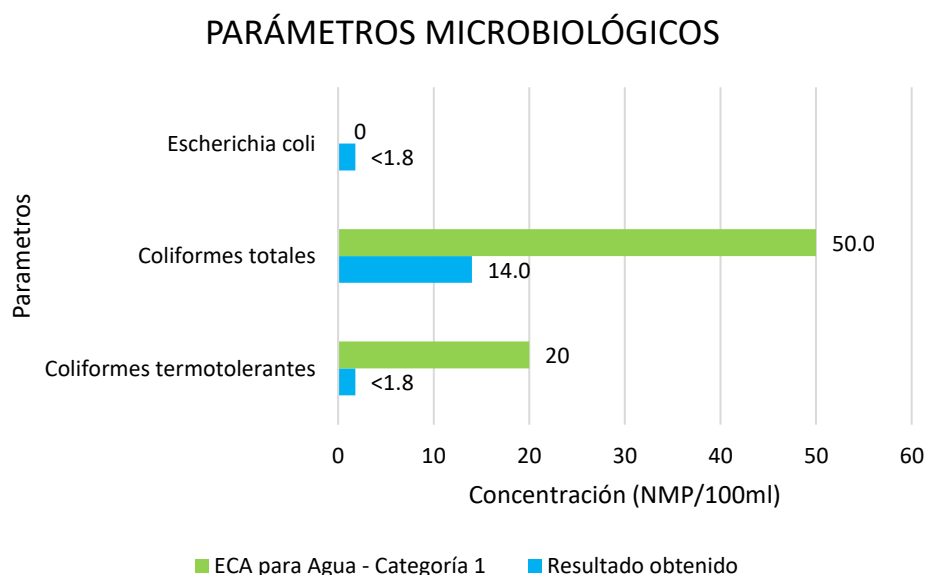
Concentraciones microbiológicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.

Parámetro	Límite de detección	Unidad de medida	Resultado obtenido	ECA para Agua - Categoría 1
Coliformes termotolerantes	1.8	NMP/100ml	<1.8	20
Coliformes totales	1.8	NMP/100ml	14.0	50.0
Escherichia coli	1.8	NMP/100ml	<1.8	0
Vibrio cholerae	-	o presencia/100ml o ausencia/100ml	ausencia	ausencia

En la tabla 4, se observa las concentraciones microbiológicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en donde, los parámetros microbiológicos: Coliformes termotolerantes, totales y Vibrio cholerae se encuentran dentro de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, sin embargo la Escherichia coli se encuentra por encima “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Figura 3

Concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno VS el ECA agua.



En la figura 3, se puede ver los resultados de las concentraciones microbiológicas del agua superficial para el consumo humano del distrito de



Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno y estas serán comparadas con el ECA para agua, tal como se detalla a continuación:

- **Coliformes termotolerantes:** La concentración encontrada fue de <math><1.8\text{ NMP}/100\text{ml}</math> esta concentración es inferior al valor establecido de 20 NMP/100ml de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), lo cual podría deducirse que la baja concentración de este parámetro es generalmente considerada como un indicador positivo de la calidad del agua en términos de seguridad sanitaria, indicando que estas aguas del manantial del sector Suma Pujo está menos contaminada con materia fecal y que es menos probable que contenga patógenos nocivos para la salud humana. Esto es especialmente importante para el suministro de agua potable y otras aplicaciones donde la calidad microbiológica es crítica.
- **Coliformes totales:** El resultado obtenido para este parámetro fue de 14 NMP/100ml esta concentración es inferior al valor establecido de 50 NMP/100ml de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), lo cual indicaría la existencia de una baja presencia de bacterias coliformes en el agua. Los coliformes son un grupo de bacterias que se encuentran comúnmente en el ambiente, en el suelo, en plantas, y en el tracto intestinal de animales de sangre caliente, incluidos los humanos. La presencia de coliformes totales en

el agua puede indicar contaminación fecal y, potencialmente, la presencia de patógenos transmitidos por el agua.

- **Escherichia coli:** La concentración encontrada fue de <1.8 NMP/100ml esta concentración excede al valor establecido de 0 NMP/100ml de los "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable (A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección), esta pequeña cantidad encontrada indica que está contaminada con un porcentaje pequeño de materia fecal, la presencia de esta bacteria puede causar enfermedades graves en los seres humanos, incluyendo infecciones gastrointestinales como la gastroenteritis y, en casos más graves, el síndrome urémico hemolítico (SUH), que puede causar daño renal e incluso la muerte, especialmente en niños pequeños, ancianos y personas con sistemas inmunitarios debilitados, por lo que es importante ser desinfectadas antes de consumirla.

4.2. Discusiones

Con respecto a la caracterización de la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en nuestra investigación se encontró un pH de 6.65, C. Eléctrica obtuvo un valor de $36.6 \mu\text{s}/\text{cm}$, turbiedad obtuvo un valor de 2 NTU, sólidos disueltos totales obtuvo un valor de $30.5 \text{ mg}/\text{L}$, color obtuvo un valor de $<1 \text{ UC}$, oxígeno disuelto obtuvo un valor de $6.3 \text{ mg}/\text{L}$, dureza total obtuvo un valor de $11.1 \text{ mgCaCO}_3/\text{L}$, cloruros obtuvo un valor de $0.506 \text{ mg}/\text{L}$, sulfatos obtuvo un valor de $1.05 \text{ mg}/\text{L}$ y nitratos obtuvo un valor de $1.91 \text{ mg}/\text{L}$, todos estos



parámetros analizados se encuentran dentro de los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Sin embargo, Aguilar y Navarro (2018) en su investigación titulada “Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017”, obtuvo un $\text{pH}=7.79 \pm 4.1$, Temperatura $=17.51 \pm 8.3$, Conductividad $=139.13 \pm 4.2$, Alcalinidad $=73.71 \pm 10.4$; mientras en los parámetros químicos los resultados que se obtuvieron fueron en dureza Total $=74.31 \pm 12.1$, Calcio $=22.15 \pm 7.8$, Magnesio $=4.69 \pm 9.7$, Cloruros $=75 \pm 16.5$ en ambas indagaciones los parámetros fisicoquímicos están dentro de los valores para, lo cual estos valores generalmente se consideran positivas, ya que sugieren una menor contaminación y una mejor calidad del agua para diversos usos. Estos valores están relacionados positivamente al agua de este manantial y se puede encontrar concentraciones bajas de estos parámetros debido a la permeabilidad natural el cual se infiltra a través del suelo y atraviesa diversas capas geológicas, es sometida a procesos de filtración y purificación natural; en el transcurso del recorrido puede interactuar con minerales presentes en el suelo y las rocas a través de procesos de adsorción, precipitación y disolución.

Por otro lado, en la caracterización de la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, en esta indagación realizada se encontró que los Coliformes termotolerantes obtuvo una concentración de <1.8 NMP/100ml, los coliformes totales obtuvo una concentración de 14 NMP/100ml y la ausencia de *Vibrio cholerae* indican que estos parámetros se encuentran dentro de los



“Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, sin embargo la *Escherichia coli* con una concentración de <1.8 NMP/100ml se encuentra por encima “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección. Sin embargo, Torres y Coronación (2021) en su estudio “Calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre Y Pampachacra” encontró presencia de Coliformes totales se encontró > 50 NMP y para Coliformes termotolerantes se encontró > 20 NMP y Sandoval (2021) en su investigación “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019” encontró presencia de coliformes totales un promedio de 109.60 UFC/100 y los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las cinco muestras de agua. Estos valores en estas investigaciones se observa la presencia de microorganismos, como bacterias, virus y protozoos, en el agua. Esto puede ser significativo porque algunos de estos microorganismos pueden representar riesgos para la salud humana si se ingieren en cantidades suficientes. La presencia de concentraciones microbiológicas puede indicar contaminación fecal, lo que significa que el agua puede contener microorganismos provenientes de los excrementos de humanos y animales, los cuales pueden ser portadores de enfermedades. Por lo tanto, la presencia de concentraciones microbiológicas en el agua de un manantial es motivo de preocupación y debe abordarse para garantizar que el agua sea segura para el consumo humano y otras actividades.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- **PRIMERO:** Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, permitieron esclarecer que dicha agua presenta una adecuada calidad según los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.
- **SEGUNDO:** Basado en los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, los Coliformes termotolerantes, totales y la ausencia de *Vibrio cholerae* se encuentra por debajo del ECA para agua, sin embargo, existe presencia de la *Escherichia coli*, por lo que se concluye que estas aguas no son aptas para el consumo humano del sector de Suma Pujo.
- **TERCERO:** Finalmente, en base a la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, se concluye que estas aguas no son aptas para el consumo humano debido a la presencia de *Escherichia coli* con una concentración de <1.8 NMP/100ml encontrándose por encima "Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua", Categoría 1 Sub Categoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.



RECOMENDACIONES

Conforme a los resultados encontrados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno, se recomienda lo siguiente:

- Se recomienda a la municipalidad distrital de Yunguyo o autoridades competentes establecer un programa de muestreo y vigilancia ambiental periódica que permita prevenir la contaminación del agua del manantial del sector Suma Pujo, así como frenar la propagación de cualquier fuente actual de contaminación, garantizando que las poblaciones receptoras del servicio puedan consumir agua limpia.
- Se recomienda a la municipalidad distrital de Yunguyo o autoridades competentes, promover un tratamiento de desinfección microbiológica periódica en el manantial del sector Suma Pujo y su reservorio, que permita reducir los niveles de contaminación del agua, así como prevenir la aparición de cualquier nuevo foco contaminante.
- Se recomienda a los futuros investigadores realizar estudios complementarios para mejorar el sistema de tratamiento de estas aguas y plantear tratamientos adecuados para la eliminación de parámetros microbiológicos teniendo en cuenta los resultados de la presente investigación.
- Por último, se recomienda continuar con los muestreos de agua del manantial más continuos para obtener una línea de base más consolidada que nos permita conocer más exacto de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ZHEN WU, Y. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. SAN JOSE - COSTA RICA.
- Aguilar Sequeiros, O., & Navarro Alfaro, B. (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES , Abancay. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/utea/130/3/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf
- Arce Sancho, S. N. (2017). *Suelos contaminados con plomo en la ciudad de La Oroya - Junín y su impacto en la calidad del agua del rio Mantaro*. Lima. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/323351317.pdf
- Aurazo, M. (2014). *Diagnóstico de la calidad sanitaria del agua de pozo en comunidades del sur de Sonora, México*. Mexico: Respyn Revista Salud Pública y Nutrición.
- Bruni , M., & Spuhler , D. (2018). *Gestión de Agua y Saneamiento sostenible Tecnologías de abastecimiento de Agua*. Tecnologías de A&S.



- Calsín , K. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno—2016*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Chacón, C. (2018). *Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales y Subterráneas, de la Subcuenca del Río Viejo*. Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (2000). *Hidrología Aplicada, Santa Fe de Bogotá, Colombia*. Colombia: Hill Interamericana.
- Colon, E. (2003). *Gobernabilidad eficaz del agua; acciones conjuntas en Centroamérica*. Global Wáter Partnership de Centroamérica. 36 p.
- Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en la agricultura de la cuenca Ramis, Puno-Perú (Universidad Nacional del Altiplano)*. Puno.
- Contreras Chura, H. (2021). *Calidad del agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya – El Collao - Puno*. tesis pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Puno. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/15683/Contreras_Chura_Hugo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- D S 003 MINAM . (2010). *límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR), para el sector Vivienda*. Lima.
- De la Cruz Guerreros, G. S., & Delgado Paredes, E. A. (2022). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo de la comunidad de*



Mollehuaca – distrito Huanuhuanu provincia Caraveli – Arequipa, febrero – abril 2022. Lima. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS%20DE%20LA%20CRUZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12970/1112/TESIS%20DE%20LA%20CRUZ-DELGADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

DIGESA. (2002). *Abastecimiento de Poblaciones y Uso Recreacional - Parámetro a Evaluar: ORGANOLÉPTICO.* Lima. Obtenido de http://digesa.sld.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

DIGESA. (2011). *El agua.* Peru.

ECODES. (2005). *Enfermedades relacionadas con la contaminación del agua.*

FAO. (2013). *Escasez del agua.*

Garcia Noblejas, F. (2019). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en el anexo de Cantarizu, Provincia de Oxapampa y Región Pasco – 2019.* Para optar el título profesional de ingeniero ambiental, UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION, Cerro de Pasco. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1664/1/T026_45343297_T.pdf

Gonzales Leal, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones (primera ed.).* . Escuela Colombiana de Ingenieria Jario Garavito, Colombia.

Hernandez Vasquez. (2011). *Impacto de la calidad de agua en la salud.* Peru.



Hernández, R., & Fernández, C. (2010). *Metodología de la investigación*.

Obtenido

de

https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

Lipa Paye, Y. L. (2018). *Influencia de la caracterización del agua en la determinación de los procesos de tratamiento para consumo humano en el centro poblado de San Isidro, año 2017*. Tesis pregrado, Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, Juliaca - Perú. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/249337472.pdf>

MINAM. (2010). *MINISTERIO NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE*.

Molina, J. (2002). *La importancia del recurso hídrico para la sociedad, y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP)*.

Mondaca, M. (2013). *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas*. Universidad de Concepción de Chile, Departamento de Microbiología, Chile.

NORMA TECNICA PERUANA. (2012). *Calidad de agua: muestreo, preservación y manipulación de muestras*.

OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable primer apéndice a la tercera edición Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud*.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD .

OPS/CEPIS. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida. Manual I: Tomo I (304 págs.) y II (278 págs.), editado en Lima - Perú*. Lima.



- Ordoñez, J. (2002). *Aguas subterráneas – Acuíferos. Cartilla Técnica. Editado por Sociedad Geográfica de Lima – Perú.* Lima.
- Paredes Díaz, J. (2018). *Importancia del agua.* Peru. Obtenido de <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Pavón Espinoza, Y. (2011). *Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando indicadores biológicos en la subcuenca del Río La Trinidad, Diriamba Carazo, en el año hidrológico 2010-2011.* Universidad Nacional Agraria, Diriamba Carazo.
- PNUMA. (2003). *Derecho humano al agua potable.* Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Costa Rica.
- Ramirez Choquehuanca, F. E. (2020). *Determinación de la Calidad del Agua Potable en el distrito de Paucarcolla-Puno-2019.* Puno. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./328/Fany_Erica_RAMIREZ_CHOQUEHUANCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramos Flores, C. (2019). *Calidad de agua de los pozos artesanales adyacentes al botadero de residuos solidos de chilla,juliaca 2018.* Tesis de Pregrado, Juliaca. Obtenido de file:///C:/Users/HP%20CORE%20I5/Downloads/T036_71897089_T.pdf



- Robles, E., Ramirez, E., Duran, A., Martinez, M., & Gonzales, M. (2013). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo-Axochiapan, Morelos, México*. Avances En Ciencias e Ingeniería, México.
- Rodríguez , R., Martínez , C., & Hernández , D. (2003). *Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica*. Rev Esp Salud Pública 2003.
- Rojas , R. (2002). *Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS)., Lima.
- Sanchez, D. (2016). *Calidad de agua y su control*. Obtenido de <http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11>.
- Sandoval Condori, E. R. (2021). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019*. Puno.
- Sanfeliú, J. (2001). *Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: Estudio Socioeconómico*. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). , San Salvador.
- Sawyer, C. N. (1978). *Chemistry for Environmental Engineering (3rd ed)*, McGrawHill Book Company. New York.
- Solsona, F. (2003). *Guía para la promoción de la calidad del agua en escuelas de los países en desarrollo, OPS/CEPIS Lima - Perú*. Lima.
- Tavares Correa, C., & Morales Bueno, P. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, región*



Ayacucho, Perú. Ayacucho. Obtenido de
efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj

Torres Fernandez, T., & Coronacion Palomino, M. I. (2021). *Calidad de agua para consumo humano en los centros poblados de Pueblo Libre Y Pampachacra*. Huancavelica. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://apirepositorio.unh.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7684eecf-6b1e-4e8b-b713-12bd06b0c179/content

Vidal, M., López, A., Santoalla, M., & Vallejos, V. (2000). *Factor analyses for the water resources contamination due to the use the livestock slurries as fertilizers agricultural water managerment*.

Villón, M. (2002). *Hidrología*. Cartago, Costa Rica: 1a edición.

Wagner, Shillings , & Libra. (2000). *Contaminación, causas y efectos*. México.: Ediciones Garnika.

Zafra Gómez, & López Hernández. (2009). *The American Review of Public Administration, 2009*.

Zea , M. N. (2010). *Tecnología de aguas/Tratamiento y control de calidad. 3a edición*. Editorial ECONOCOPY, Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno. 198 p. Puno.



ANEXOS

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 1. Visualización de tomas de muestras adicionales para el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo



Figura 2. Visualización de la cámara de captación para la distribución de agua potable del sector Suma Pujo.



Figura 3. Visualización de tomas de muestras adicionales para el análisis organoléptico del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujó.



Figura 4. Visualización de una muestra de agua de un componente alterno para la distribución de agua potable del sector Suma Pujó



Figura 5. Observación de la cámara de captación de agua para la distribución como agua potable para sector Suma Pujo.



Figura 6. Toma de datos en uno de los componentes de la distribución de agua potable del sector Suma Pujo.



Figura 7. Visualización del deterioro y abandono de componentes adyacentes del sector Suma Pujo.



Figura 8. Observación del estado de deterioro y abandono de componentes adyacentes del sector Suma Pujo.



Anexo 2: Resultados de Análisis realizados



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-00518/24

Página 1/14

DATOS DE LA MUESTRA

Producto declarado ^(A)	:	AGUA SUPERFICIAL
Lugar de Muestreo	:	CENTRO POBLADO VILLA POCCONA - YUNGUYO - YUNGUYO - PUNO
Fecha de Muestreo	:	2024-03-25
Procedencia	:	Muestreado por Certificaciones del Perú S.A.
Método de Muestreo	:	RJ N° 010-2016-ANA. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales
Cantidad recibida	:	01 muestra x 12 Litros
Presentación y condición de recepción	:	En frasco de plástico y vidrio ámbar, cerrado, refrigerado y preservado
Identificación y descripción ^(A)	:	Según se indica.
Fecha de recepción	:	2024-03-25
Fecha de inicio del ensayo	:	2024-03-27
Fecha de término del ensayo	:	2024-04-15
Ensayo realizado en	:	Laboratorio Ambiental Arequipa / Ambiental Callao / Hidrobiología Callao / Microbiología Arequipa / Biología Molecular Callao / In situ
Identificado con	:	EXMA-00989-2024
Validez del documento	:	Este documento es válido solo para muestra descrita

Puntos de muestreo ^(A)	Coordenadas UTM		Descripción de la Estación de Monitoreo	Observaciones ^(A)
	ESTE	NORTE		
MULLUNI 2 - CHAMAJAHUIRA	19K0493912	8206758		Muestra incolora e inodora

^(A) Datos proporcionados por el solicitante. El laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el solicitante pueda afectar la validez de los resultados

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA	CALLAO
Calle Teniente Rodríguez N° 1415	Oficina Principal
Miraflores – Arequipa	Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (054) 265572	T. (511) 319 9000
info@cerper.com – www.cerper.com	

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY. POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL – DA CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 2-00518/24

Página 2/7

RESULTADOS

Parámetro	Límite de Detección	Unidad	Resultados	Estación de Muestreo	MULLUNI 2 - CHAMAJAHUIRA
				Fecha y Hora de Muestreo	2024-01-27 12:40
				Tipo de Muestra	Agua Natural Superficial
Parámetros Analizados en Campo					
(2) Conductividad	-	µS/cm	36.6		
(2) Oxígeno Disuelto	-	mg/L	6.30		
(2) Temperatura	-	°C	16.4		
(2) Turbiedad	1.00	NTU	2.00		
(2) pH	-	Unidades de pH	6.65		
Parámetros Físico - Químicos					
Dureza Total	1	mqCaCO ₃ /L	11.1		
Color	1	UC	< 1		
Sólidos Disueltos Totales	2.5	mg/L	30.5		
Parámetros Inorgánicos no Metálicos (Callao)					
Cianuro Libre	0.001	mg/L	< 0.001		
Cianuro Total	0.004	mg/L	< 0.004		
Parámetros Inorgánicos no Metálicos					
Amoníaco	0.024	mqNH ₃ /L	< 0.024		
Fósforo Total	0.003	mg/L	0.133		
Aniones por Cromatografía Iónica					
Cloruros	0.04	mg/L	0.506		
Fluoruro	0.002	mg/L	0.037		
Nitrato (NO ₃)	0.009	mg/L	1.91		
Nitrato (NO ₃ -N)	0.002	mg/L	0.432		
Nitrito (NO ₂)	0.004	mg/L	< 0.004		
Nitrito (NO ₂ -N)	0.001	mg/L	< 0.001		
Sulfato	0.04	mg/L	1.05		
Parámetros Orgánicos					
Acetatos y Grasas	0.50	mg/L	< 0.50		
Fenoles	0.0002	mg/L	< 0.0002		
Parámetros Microbiológicos					
(*) Vibrio Cholerae	-	Ausencia o Presencia/100mL	Ausencia		
Coliformes Termotolerantes (NMP)	1.8	NMP/100 mL	< 1.8		
Coliformes Totales (NMP)	1.8	NMP/100 mL	14		
Escherichia Coli (NMP)	1.8	NMP/100 mL	< 1.8		
Organismos de Vida Libre (Callao)					
Organismos de Vida Libre (como ALGAS, Fitoplankton)	1	organismo/L	< 1		
Organismos de Vida Libre Nematodos (en todos los estadios evolutivos)	1	organismo/L	< 1		
Organismos de Vida Libre (Protozoos, Copépodos, Rotíferos (Zooplankton)) (Callao)					
Copépodos	1	organismo/L	< 1		
Protozoarios (no patógenos)	1	organismo/L	< 1		
Rotíferos	1	organismo/L	< 1		
Metales Totales por ICP-MS					
Aluminio (Al)	0.003	mg/L	< 0.003		
Antimonio (Sb)	0.00007	mg/L	< 0.00007		
Arsénico (As)	0.00003	mg/L	< 0.00003		

(2) Ensayo In Situ

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

"Este documento sin firma digital carece de validez"

AREQUIPA
Calle Tiente Rodríguez N° 1415
Miraflores – Arequipa
T. (054) 265572

CALLAO
Oficina Principal
Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao
T. (511) 319 9000

info@cerper.com – www.cerper.com

* EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE *

Anexo 3: Normativa

Estándares de Calidad Ambiental para Agua (DS N° 004 – 2017 – MINAM), Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”.

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
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (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	**
INORGÁNICOS				
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	**	**

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
Niquel	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
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₆ - C ₂₈)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodichlorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
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	**
BTEX				
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	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
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	**	**



Anexo 4: Matriz de consistencia

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO	VARIABLE	DIMENSIÓN DE ANÁLISIS	INDICADORES	UNIDAD
P. General	H. General	O. General			Temperatura	°C
¿Cómo será la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?	La calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno no es significativa.	Evaluar la calidad del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.			pH	Unidad de pH
				Parámetros Físicos	C. eléctrica	µS/cm
					Turbidez	NTU
					Solidos totales disueltos	mg/L
P. Específicos	H. Específicos	O. Específicos			Dureza Total	mg/L de CaCO3
¿Cuál será la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?	La concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno se encuentra elevado.	Determinar la concentración fisicoquímica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.	Calidad del agua	Parámetros Químicos	Cloruros	mg/L
					Sulfatos	mg/L
					Nitratos	mg/L
				Parámetros Microbiológicos	Coliformes Totales	nmp/100ML
¿Cuál será la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno?	La concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno no se encuentra elevado.	Determinar la concentración microbiológica del agua superficial para el consumo humano del distrito de Yunguyo sector Suma Pujo departamento de Puno.			Coliformes Termotolerantes	nmp/100ML



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 12-09-2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ROBINSON BLANCOS ITO

Dirección: Av. SANTA ASUNCIÓN Mz. I

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70333236

Teléfono: 940848645 email: robinsonito02@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgtr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA SUPERFICIAL PARA EL CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE YUNGUYO SECTOR SUMA PUJO DEPARTAMENTO DE PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): MANANTIAL, CAPTACIÓN, PARÁMETROS Y ECA PARA AGUA.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller
 Título
 2da Especialidad
 Maestría
 Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
 Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
 No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
 No autorizo

Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

- Internacional
 Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22



Firma de Autor



huella digital

12 de setiembre del 2024

Fecha