

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHUIRI

GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO - 2023

PRESENTADA POR:

LIDIA CIRA CCAPA HUAYTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



7.6%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 15 APR 2024, 8:41 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.46%

● CHANGED TEXT
7.13%

Report #20738185

LIDIA CIRA CCAPA HUAYTA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHUIRI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO - 2023 RESUMEN

La presente investigación se ha desarrollado con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiuri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023. El tipo de investigación es básica de alcance descriptivo con enfoque cuantitativo, no experimental-transversal descriptivo, la metodología utilizada fue observacional descriptivo tomando 05 puntos estratégicos de muestreo de la red de distribución de agua, para la técnica de recolección de datos se orientó del protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano (R.D. N°160-2015-DIGESA/SA), los parámetros evaluados fueron: fisicoquímicos (pH, color, turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales). Los resultados obtenidos muestran concentraciones de turbiedad entre 0.0012 y 0.0015 UNT, color de 11 a 14 UCV escala Pt/Co y pH de 6.5 a 7.26, valores que no representan relativamente altos con relación a los LMP, a excepción del parámetro cloro residual, que se obtuvo en todas las muestras 0 mg/L-1 fuera del rango establecido en los LMP, por otro lado, se resalta la presencia de coliformes totales con valores de 7.2 entre 290 NMP/100 ml, y coliformes termotolerantes con 3.6 a 93 NMP/100

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHUIRI

GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO - 2023

PRESENTADA POR:

LIDIA CIRA CCAPA HUAYTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. RONNY ALEXANDER GUTIERREZ CASTILLO

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

SEGUNDO MIEMBRO

:


M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnológica

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias ambientales

Puno, 18 de abril del 2024

DEDICATORIA

Para expresar mi agradecimiento y respeto, dedico el logro que he alcanzado a mi padre Gerardo, a mi madre Amanda, y a mis hermanos, quienes me han brindado su apoyo incondicional en todo momento fortaleciendo mi espíritu, y el deseo de superarme.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar mi camino por la buena salud, amor, bendiciones, y por mi familia. Así mismo agradezco cordialmente a mi alma mater Universidad Privada San Carlos de Puno, por brindarme la oportunidad de incorporarme a esta institución como estudiante. A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental - Facultad de Ingeniería, por infundirse con ahínco valores profesionales, conocimientos, y experiencias, y así cumplir con mis metas y objetivos académicos.

A mi asesora Mg. Katia E. Andrade Linarez, por su tiempo, experiencia y orientación durante la ejecución de la investigación. De la misma forma agradecer a los ilustres jurados, por sus sugerencias, aportes e ideas constructivas que me permitieron culminar con éxito la presente investigación.

También hacerles llegar mis agradecimientos especiales al laboratorio de agua y suelo de la facultad de ciencias agrarias-UNAP, por haberme facilitado sus instalaciones y apoyo del personal técnico profesional en la determinación de los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua.

Finalmente, agradecer a los pobladores del Sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno, por haberme permitido tomar muestras de agua dentro de sus viviendas.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	9
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	17
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	17
1.2. ANTECEDENTES	18
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	18
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	19
1.2.3. A NIVEL LOCAL	21
1.3. OBJETIVO	23
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	23
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	25
2.1.1. AGUA	25
2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	26
2.1.3. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	28
2.1.4. CALIDAD DE AGUA	28
2.1.5. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	28
2.1.6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	29
2.2. MARCO CONCEPTUAL	30
2.3. MARCO NORMATIVO	31
2.4. HIPÓTESIS	32
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	32
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	32

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO	33
3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	34
3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA	34
3.1.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA	35
3.1.4. LÍMITES DEL ÁMBITO DE ESTUDIO	35
3.1.5. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO	36
3.1.6. DELIMITACIÓN SOCIAL	38
3.1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN	38
3.1.8. PERIODO DE MUESTREO	38
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	39
3.2.1. POBLACIÓN	39

3.2.1. MUESTRA	39
3.3. METODO Y TECNICAS	41
3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO	41
3.3.2. MATERIALES	42
3.3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	47
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	48
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHURI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO	49
4.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHURI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO	56
4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 031-2010-SA	60
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES	77
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Ubicación de puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de agua.	37
Tabla 02: Parámetros y descripción de la ubicación de los puntos de muestreo.	40
Tabla 03: Cuadro de operacionalización de variables	47
Tabla 04: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua.	50
Tabla 05: Resultados de concentración del parámetro cloro residual.	51
Tabla 06: Resultados de concentración del parámetro turbiedad.	52
Tabla 07: Resultados de concentración del parámetro pH.	54
Tabla 08: Resultados de los valores obtenidos del parámetro color.	55
Tabla 09: Resultados de concentración de los parámetros microbiológicos del agua.	57
Tabla 10: Resultados de concentración del parámetro coliformes totales.	58
Tabla 11: Resultados de concentración del parámetro coliformes termotolerantes o fecales.	59
Tabla 12: Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande.	61
Tabla 13: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande.	71

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación geográfica del sector Tunuhiri Grande del C.P. Ichu-Puno.	36
Figura 02: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo	37
Figura 03: Evaluación del parámetro cloro residual con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	62
Figura 04: Evaluación del parámetro turbiedad con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	63
Figura 05: Evaluación del parámetro pH con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	65
Figura 06: Evaluación del parámetro color con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	66
Figura 07: Evaluación del parámetro coliformes totales con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	67
Figura 08: Evaluación del parámetro coliformes termotolerantes con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.	68
Figura 09: Equipo comparador de Cloro Residual.	100
Figura 10: Desinfección del grifo interna y externamente previo a la toma de muestra.	100
Figura 11: Pastilla reactiva de cloro libre DPD1 (N,Ndietil p-fenileno-diamina) en la muestra de agua.	100
Figura 12: Comparación de la reacción inmediata del reactivo DPD1 en el PM-5, con el equipo comparador de cloro.	100
Figura 13: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-5 correspondiente a la vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua.	101
Figura 14: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-5.	101
Figura 15: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-4 correspondiente a la vivienda intermedia de la red de distribución	

del agua.	102
Figura 16: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-4.	102
Figura 17: Comparación de la reacción inmediata del reactivo DPD1 del PM-1 correspondiente a la fuente de captación de agua N ^a 1, con el equipo comparador de cloro.	103
Figura 18: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-1 (fuente de captación de agua N ^a 1).	103
Figura 19: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-1.	104
Figura 20: Muestras de agua tomadas en el PM-1, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	104
Figura 21: Toma de muestra de agua en el frasco de vidrio esteril neutro en el PM-2 correspondiente a la fuente de captación de agua N ^a 2.	105
Figura 22: Muestras de agua tomadas en el PM-3, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	105
Figura 23: Muestras de agua tomadas en el PM-4, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	106
Figura 24: Muestras de agua tomadas en el PM-5, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.	106
Figura 25: Conservación de las muestras de agua tomadas, para el traslado al laboratorio.	107

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	83
Anexo 02: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (RD. 160-215-DIGESA)	86
Anexo 03: Límites máximos de parámetros microbiológicos D.S. N° 031-2018-SA	92
Anexo 05: Hojas de cadena de custodia	93
Anexo 06: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del laboratorio	98
Anexo 07: Resultados de los parámetros microbiológicos del laboratorio	99
Anexo 08: Panel fotográfico	100

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

LMP.- Límite máximo permisible.

OMS.- Organización Mundial de la Salud.

UCV.- Unidad de Color Verdadero.

PM.- Punto de Muestreo.

UCV.- Unidad del Color Verdadero.

UNT.- Unidad Nefelométrica de Turbidez.

Escala Pt/Co.- Escala de color Platino-Cobalto.

JASS.- Juntas Administradoras de Servicio y Saneamiento (JASS).

pH.- Potencial de Hidrógeno.

RESUMEN

La presente investigación se ha desarrollado con el objetivo de evaluar la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023. El tipo de investigación es básica de alcance descriptivo con enfoque cuantitativo, no experimental-transversal descriptivo, la metodología utilizada fue observacional descriptivo tomando 05 puntos estratégicos de muestreo de la red de distribución de agua, para la técnica de recolección de datos se orientó del protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano (R.D. N°160-2015-DIGESA/SA), los parámetros evaluados fueron: fisicoquímicos (pH, color, turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales). Los resultados obtenidos muestran concentraciones de turbiedad entre 0.0012 y 0.0015 UNT, color de 11 a 14 UCV escala Pt/Co y pH de 6.5 a 7.26, valores que no representan relativamente altos con relación a los LMP, a excepción del parámetro cloro residual, que se obtuvo en todas las muestras 0 mg/L^{-1} fuera del rango establecido en los LMP, por otro lado, se resalta la presencia de coliformes totales con valores de 7.2 entre 290 NMP/100 ml, y coliformes termotolerantes con 3.6 a 93 NMP/100 ml, ambos presentan mayor concentración en el PM-5 y menor concentración en el PM-4 sobrepasando excesivamente los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Finalmente se concluye que el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no es apta para su consumo humano, puesto que existe la presencia de contaminantes patógenos, quedando en evidencia la falta de tratamiento y/o desinfección de agua.

Palabras clave: Agua, Biológico, Calidad, Físicoquímico, Parámetros.

ABSTRACT

This research has been developed with the objective of determining the quality of water for human consumption in the Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023. The type of research is basic of descriptive scope with quantitative approach, non-experimental-transversal descriptive, the methodology used was descriptive observational taking 05 strategic sampling points of the water distribution network, for the data collection technique was oriented from the protocol of procedures for sampling, preservation, conservation, transport, storage and reception of water for human consumption (R. D.N°160-2015-DIGESA/SA), the parameters evaluated were: physicochemical (pH, color, turbidity) and microbiological (total coliforms and thermotolerant or fecal coliforms). The results obtained show turbidity concentrations between 0.0012 and 0.0015 UNT, color from 11 to 14 UCV Pt/Co scale and pH from 6.5 to 7.26, values that do not represent relatively high in relation to the MPL, except for the residual chlorine parameter, which was obtained in all samples 0 mg/L-1 outside the range established in the MPL, on the other hand, the presence of total coliforms is highlighted with values of 7. 2 between 290 NMP/100 ml, and thermotolerant coliforms with 3.6 to 93 NMP/100 ml, both with higher concentrations in PM-5 and lower concentrations in PM-4, exceeding excessively the MPL established in D.S.N° 031-2010-SA. Finally, it is concluded that the water consumed by the inhabitants of the Tunuhiri Grande Sector, Ichu - Puno, is not suitable for human consumption, since there is the presence of pathogenic contaminants, evidencing the lack of water treatment and/or disinfection.

Key words: Water, Biological, Quality, Physicochemical, Parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua como un recurso hídrico es un elemento indispensable para el desarrollo de la vida y esencial para preservar el equilibrio ecológico y la diversidad biológica de la tierra, además de su uso para diferentes actividades antropogénicas como lo que es el uso poblacional, agrícola, minería o industria y/u otras actividades (Juzcamayta, 2023). El agua destinada para consumo humano no debe contener elementos físicos ni sustancias patógenas que alteren su calidad, de acuerdo al reglamento de la calidad de agua para consumo humano D.S. N° 031-2010-SA establece que el agua inocua debe cumplir los parámetros de calidad especificados en la normativa. Sin embargo, (Blanco, 2018) el Perú carece de la calidad del servicio de agua y saneamiento, sobre todo al interior del país 1 de cada 5 peruanos no tienen acceso al agua potable, en la región Puno se identifica Empresas Prestadoras de Servicio y Saneamiento - EPS tales como: EMSAPUNO S.A., SEDAJULIACA S.A. y EPS NORPUNO S.A, abasteciendo agua potable a un 63.2% y desagües 41.0% de una población de 1 millón 172 mil 697 habitantes distribuidas en 13 provincias. De acuerdo a Brousett et al., (2018) en su estudio de Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano de la población Chullunquiani, Juliaca – Puno evidenció la presencia elevada de coliformes totales, mostrando el incumplimiento de las condiciones microbiológicas establecidas, de este modo quedando en evidencia la necesidad de implementar un programa de desinfección y/o tratamiento de agua a fin de asegurar la inocuidad en las fuentes de abastecimiento y distribución.

En el CAPÍTULO I se presenta el planteamiento del problema de la contaminación de agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande, señalando algunos antecedentes con relación a la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, del mismo modo se establece los objetivos de la investigación el cual es, evaluar la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023.

El CAPÍTULO II, presenta el marco teórico en la que se cita autores e instituciones que exponen la contaminación del agua para consumo humano, así mismo, se redacta bases teóricas y normativas relacionados a la investigación, formulando la hipótesis .

El CAPÍTULO III, fundamenta la metodología de la investigación como es el tipo y diseño de la investigación, describiendo las técnicas e instrumentos a utilizar para la recolección de datos y muestras, así como también presenta la identificación de variables para el desarrollo adecuado de la tesis.

El CAPÍTULO IV, desarrolla la exposición e interpretación de los resultados obtenidos de la ejecución del proyecto de investigación; para una mejor exposición se apoya con el uso de figuras y tablas estadísticas detallandose la evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el Sector Tunuhiri Grande con los Límites Máximos Permisibles - LMP establecidos en la normativa; del mismo modo, la discusión de los resultados se expresa con relación de los antecedentes propuestos.

Finalmente, se presentan las conclusiones de acuerdo a los objetivos establecidos y resultados expuestos, asimismo, se realizan las recomendaciones correspondientes a la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo a los datos y cifras dadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), en el 2022 en el mundo habría al menos 1700 millones de personas que tomaban agua para consumo de fuentes contaminadas con presencia de heces, provocando la contaminación microbiana del agua, debido a que, la disponibilidad del agua no es suficiente y su conservación es un problema latente a nivel mundial, y en todas partes de nuestro país, hoy en día, establece un gran obstáculo hacer uso adecuado del recurso hídrico, el cual complica el suministro del mismo, tanto para el uso poblacional, y la salud pública, así como para las actividades productivas y la conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres así lo manifiesta (Purihuaman, 2017).

Segun, Vásquez et al., (2011) el alcance de agua de alta calidad es un derecho fundamental porque satisface las necesidades básicas relacionadas con la salud humana y las condiciones de vida, y según nuestra constitución política (Perú, 1993), todo ser humano tiene derecho de gozar de un ambiente sano, seguro y saludable para el desarrollo de la vida; por consiguiente, todo peruano merece una protección efectiva e íntegra por parte del estado, pues esta protección también corresponde el derecho de tener un ambiente sano y equilibrado donde todos podamos habitar en armonía con nuestro entorno natural (PERÚ, 1993). Sin embargo, (Ccora, 2022) indica que solamente el 57% de la población rural de América Latina y el Caribe goza del suministro de agua de calidad para el consumo humano, de la misma manera, manifiesta que, los estudios

han revelado que las principales causas de muerte en los países de América Latina son las enfermedades transmitidas por el agua así como la cólera, hepatitis A, la fiebre tifoidea y la gastroenteritis; teniendo una relación directa entre la mortalidad infantil y el suministro de calidad de agua para consumo humano puesto que los niños son los más vulnerables a adquirir enfermedades referidas.

En el Perú, Ccora (2022) para el 2008 tan solo el 61% de la población rural gozaba del acceso a fuentes mejoradas de agua de calidad, frente al 90% de la población urbana y 36% de la población rural gozaba de servicios de saneamiento mejorados frente al 81% de la población urbana, siendo estas las cantidades de población muy bajas las que cuentan con el suministro de calidad del agua, sin embargo, la diferencia de la población que se suministra de agua en condiciones deficientes según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), constituyen a la transmisión de enfermedades como el cólera, otras enfermedades diarreicas, la disentería, la hepatitis A, la fiebre tifoidea y la poliomielitis, es decir que si no hay servicios de agua y saneamiento de calidad la población se expone a riesgos para su salud. No obstante, para la obtención de agua de calidad y/o potable, se debe usar el proceso químico de cloración y/o desinfección, mediante el cual, se eliminan los microorganismos y residuos que son los causantes de enfermedades gastrointestinales, de este modo obtener agua apta para consumo humano que pueda cumplir con los estándares de calidad y/o Límites Máximos Permisibles - LMP conforme lo manifiesta (Juzcamayta, 2023).

Es preciso mencionar que la provincia de Puno cuenta con cuencas y microcuencas hidrográficas que abastecen a las poblaciones asentadas cercanas y aledañas a ellas. Sin embargo, estos recursos hídricos pueden verse alterados por actividades antrópicas y geológicas, independientemente de las causas, debe conocerse el grado de afección de la calidad de agua, sobre todo en ojos de agua según nos da a conocer (Contreras et al., 2016). Por consecuente si existiera alteración de los parámetros físico químicos, microbiológicos que excedan los LMP en estos recursos hídricos para consumo humano, habría exposición a contaminantes lo que consigo traería riesgos en la salud de la

población expuesta, tanto a nivel fisiológico como intoxicación y malestar como lo indica (Brousett et al., 2018).

En el sector de Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno, se cuenta con una población altamente dedicada al sector agropecuario, ganadero, y su sistema de abastecimiento de agua para sus actividades productivas y de consumo humano se da por gravedad de fuentes de agua manantial que son almacenadas en reservorios sin mantenimiento y operación adecuado. No obstante, se tiene conocimiento que el sistema de abastecimiento de agua, no tienen ningún tipo de tratamiento, es decir no realizan la desinfección del agua en ningún punto del sistema de abastecimiento, y según manifestaciones de malestar en la salud por parte de la población, es justo conocer si existe o no afectación de la calidad de agua cumpliendo la norma D.S. 031-2010 SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (MINSA, 2010).

Ante esta realidad, surge la interrogante de la calidad del agua que consumen los pobladores del sector de Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu, motivo por el cual, nace la necesidad de ejecutar el presente proyecto, cuyo propósito tiene determinar la calidad del agua que consumen los usuarios del sector de Tunuhiri Grande, siendo de vital importancia conocer esta información, si existen alteraciones en las fuentes de agua de la zona de estudio o no.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023?.

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno?.
- ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno?.

- ¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano, excederán los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Sánchez et al., (2022), en su artículo titulada Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico – Bolivia, para diagnosticar la calidad del agua de consumo humano en Carmen Pampa y Chovacollo, aplica la metodología de muestreo de 2 sistemas de abastecimiento de agua, en 3 puntos por cada comunidad, evaluándose los parámetros pH, CE, OD, turbidez y coliformes fecales (E. Coli). Los resultados obtenidos de los análisis de agua se observan por debajo de los niveles permitidos de la normativa Boliviana, sin embargo, el parámetro microbiológico (E. Coli) excede los límites máximos establecidos. Concluyendo que el agua que abastece a las en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo, no son aptas para consumo humano, debido a que no se realiza el tratamiento de cloración y/o desinfección del agua, por lo que recomienda que el agua antes de su consumo necesariamente debe hervirse para minimizar riesgos de enfermedades diarreicas ocasionadas por las E. coli.

En el artículo denominado “Diagnóstico preliminar de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano y evaluación de prioridad de medidas correctivas en el municipio de Poopó (Oruro, Bolivia)” efectuado por Vildoza et al., (2020), a fin de establecer la prioridad de medidas correctivas de la contaminación bacteriana y la sanidad del agua de consumo humano, se aplica la metodología de muestreo de 83 puntos, para el estudio bacteriológico se realizó la recolección de muestras de 200 mL en frascos estériles con tapa de rosca. De los resultados presentados, los coliformes totales estuvieron presentes en el 81.9 % de las muestras, mientras que los coliformes termotolerantes estuvieron presentes en el 48.2 % de las muestras, sin embargo, la normativa nacional Boliviana, la EPA (USA), OMS (1993) y la norma 98/83 de la UE, exige que el agua para consumo

humano debe estar totalmente libre de estos dos grupos de coliformes; por otro lado las inspecciones sanitarias efectuadas han revelado repetidas deficiencias que revelan condiciones insalubres en el tratamiento y almacenamiento del agua, detectando que las comunidades rurales que manejan sus propios recursos hídricos necesitan mayor intervención porque están altamente expuestas a riesgos para la salud que afectan su calidad de vida, finalmente concluye en que se necesitan tomar medidas para eliminar la contaminación bacteriana en la gestión del agua en Poopó.

Navarrete et al. (2018), en su estudio “Calidad del Agua para Consumo Humano del Poblado Huépari, Sonora”, en el que analiza el agua que abastece al poblado Huépari, Municipio de San Pedro de la Cueva, utilizando la metodología de monitoreo en 6 puntos de muestreo, con 6 repeticiones mensuales de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, de acuerdo a los lineamientos de higiene establecidos. Expone los resultados de los metales pesados Cr, Zn, Pb, Cd y Fe sobre los límites permisibles fijados en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994; y para los parámetros microbiológicos de coliformes totales y fecales advierte que en la mayoría de las muestras sobrepasan los límites máximos establecidos por la norma anteriormente mencionada, esto debido a que probablemente exista un daño en la tubería y al filtrarse el agua y tener contacto con heces fecales cause contaminación bacteriana. De este modo concluye indicando que las condiciones de los pozos se encontraban en mal estado, por lo cual recomienda efectuar una reconstrucción de la infraestructura de los dos pozos, así como un mantenimiento constante y rehabilitación del depósito de almacenamiento.

1.2.2. A NIVEL NACIONAL

Su estudio de Ccora (2022), denominado “Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Localidad de Acobamba”, tuvo el propósito de evaluar la calidad del agua para consumo humano de la localidad de Acobamba. Utilizando la metodología de estudio observacional descriptivo transversal; analiza los parámetros microbiológicos, organolépticos e inorgánicos tomando 5 puntos de muestreo en época de sequía y avenida. En los resultados presentados se evidenció en el PM-01 y PM-02, los

parámetros coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbidez, pH y cloro residual, en ambas épocas muestreadas superan los LMP, sin embargo, en el PM-03, PM-04 y PM-05 (puntos muestreados después de la PTAP) no superan los LMP en ninguno de las épocas muestreadas. Concluyendo que, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de la localidad de Acobamba, en el PM-01 y en el PM-02 se prohíbe totalmente ingerir agua, debido a la presencia de contaminantes, puesto que antes de estos puntos no existe tratamiento previo y/o no se realiza cloración del agua, lo que hace no apto para consumo humano, sin embargo, en los PM-03, PM-04 y PM-05 cumplen con los LMP para consumo humano, puesto que las muestras recogidas en estos puntos habrían recibido el tratamiento y/o desinfección en la PTAP.

En la investigación titulada “Calidad del agua para consumo humano en el sistema de abastecimiento del AA.HH. Uliachin – distrito de Chaupimarca – provincia y región Pasco–22”, el tesista Anticona (2022), plantea determinar la calidad del agua para consumo humano en el sistema de abastecimiento mencionado anteriormente, para lo cual utiliza la metodología de muestreo en 3 diferentes puntos durante 3 semanas consecutivas siguiendo el protocolo de procedimientos para la toma de muestras de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos establecidos. Los resultados para el parámetro microbiológico: coliformes totales, en los 3 puntos muestreados sobrepasan los LMP, mientras que, para los Coliformes termotolerantes en el P2 se encuentran fuera de los LMP establecidos, a excepción del P1 y P3, y para los parámetros fisicoquímicos evaluados se encuentran por debajo de los LMP, sin embargo, en el parámetro cloro los resultados muestran muy por debajo del LMP de acuerdo a la norma, esto explica la relación con los resultados de los parámetros microbiológicos puesto que el Cloro como oxidante y desinfectante es el más aplicado para tratar el agua, No obstante, este sistema de abastecimiento de agua evaluada no cuenta con tratamiento previo para su reducción de la capacidad bacteriana, por lo que concluye que según la OMS los microorganismos que se transmiten por el agua, usualmente provocan enfermedades graves sobre la salud

como por ejemplo diarreas de leves a severas, gastroenteritis, hepatitis, disentería, entre otros.

Hoyos, (2020) en su estudio titulado “Calidad del Agua Potable de la Ciudad de Bagua – Amazonas, 20118”, con el objeto de evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la calidad del agua de consumo humano, utiliza la metodología de filtración de membrana para la determinación de coliformes totales y coliformes fecales, y para los parámetros fisicoquímicos utiliza el equipo multiparamétrico de agua. De los resultados presentados la concentración del parámetro cloro residual, indica que el 90% del total de las muestras tomadas no cumplen con lo establecido en la norma; de los valores obtenidos para el pH el 83.5% tiene el pH deficiente; de los valores de la turbiedad el 25.3% sobrepasan los LMP; y para los parámetros microbiológicos analizados Coliformes Termotolerantes y Coliformes Totales, resalta que el agua no es apta para su consumo humano por encontrarse tales contaminantes. De modo que, concluye que la calidad de agua para consumo humano del distrito de Bagua, no garantiza su consumo del líquido elemental puesto que estaría atentando con la salud de la población y originando enfermedades parasitarias en su población consumidora, ya que no cumple con los LMP establecidos en el DS N° 031- 2010-SA.

1.2.3. A NIVEL LOCAL

Según Tacora (2018), en su estudio denominado “Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018”, con el propósito de Determinar los parámetros de control obligatorio del agua potable de la ciudad de Juli. Utiliza la metodología de muestreo de 10 puntos con 3 repeticiones. Los resultados promedios obtenidos para los parámetros; pH y turbiedad en los 10 puntos no superan los LMP; y para los parámetros color, Cl residual, CTT, y E. Coli en los 9 puntos también cumplen con los LMP a excepción del punto 3 con valores obtenidos del parámetro: color (19.67 UCV escala Pt/Co), Cl residual (0.0 mg/L), CTT (11.67 UFC/100 ml a 44.5°), y E. Coli (3.67 UFC/100 ml a 44.5°), así como también para el parámetro CT en el punto 3 (6.33 UFC/100 mL a 35°), punto 6, (0.67 UFC/100 ml

a 35°), y el punto 9, (6.67 UFC/100 ml a 35°) se encuentran fuera de los LMP establecidos. Finalmente concluye que la evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en el jr. Cusco S/N (9°na Cuadra), Jr. Juli N° 520 y Av. Alfonso Ugarte N° 301 de la ciudad de Juli, no cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA, lo que hace no apto para su consumo humano.

En la investigación identificada “Evaluación de la Calidad de las Fuentes de Agua de Manante de Consumo Humano y su Riesgo en la Salud, de las Comunidades de Pantipantini 1 y Pantipantini 2 del Distrito de Arapa, Provincia de Azángaro”, realizado por Mamani (2019), con el objeto de determinar la calidad de las fuentes de agua para consumo humano las cuales suministran a las comunidades de Pantipantini 1 y Pantipantini 2, aplicando la metodología de muestreo en 4 puntos con 3 repeticiones de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos. Presenta los resultados obtenidos del parámetro Cloro total con concentraciones muy bajas a lo establecido en la norma; y respecto a los valores encontrados de los Coliformes totales en 10 de las 12 muestras sobrepasan los LMP a excepción de 2 muestras que no sobrepasan los LMP. Concluyendo que la presencia de coliformes totales identificados advierten la falta del tratamiento y/o desinfección de las aguas antes de su consumo humano, por consiguiente esto sería la causa de que los usuarios presenten malestar por ingestión del agua, generando riesgos a su salud por gastroenteritis.

Blanco (2018), en su tesis titulado “Estudio de la Calidad de Agua Potable para Consumo Humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento de Puno”, con el objetivo de evaluar la calidad de agua para consumo humano en el distrito de Cabanillas, aplicando la metodología de 3 muestreos en cada punto con 3 repeticiones mensuales. Obtuvo resultados para los parámetros fisicoquímicos dentro de los LMP; sin embargo, para los parámetros bacteriológicos se encontró mayor concentración en el punto de muestreo reservorio: sólidos disueltos totales 370 DE \pm 34.64 mg/L, coliformes totales 303.33 DE \pm 136.50 y coliformes fecales con 200 NMP/100 mL DE \pm 45,83. Concluye que la presencia de coliformes fecales y totales son indicadores de la calidad

ambiental de agua, por lo que, la evaluación de los resultados obtenidos determina y/o indica que estas aguas no son aptos para consumo humano, puesto que estos valores sobrepasan los LMP para consumo humano.

Brousett et al. (2018), en el estudio efectuado “Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú”, con la intención de verificar la calidad fisicoquímico y microbiológico de agua para consumo humano de la población Chullunquiani, Juliaca – Puno, utiliza la metodología de muestreo para la evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos y los metales se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA y por la OMS, sin embargo, los parámetros Aluminio y Boro exceden los LMP en menor cantidad; por otro lado en el análisis microbiológico se evidencia la presencia elevada de coliformes totales en épocas de lluvia, llegando a 11 866,6 UFC/100ml ($\pm 813,5$) como valor máximo y como mínimo a 366,6 UFC/100ml ($\pm 97,7$). Conclusión, el agua que abastece a la población de Chullunquiani no cumple con las condiciones microbiológicas establecidas al encontrarse valores muy altos de E. Coli total, por ende, queda en evidencia la necesidad de implementar un programa de desinfección y monitoreo en los reservorios afín de asegurar la inocuidad en las fuentes de abastecimiento y distribución.

1.3. OBJETIVO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno.

- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. AGUA

Según, Blanco (2018) el agua como un recurso hídrico este es un elemento química formada de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno y que puede presentar en alguno de los tres estados: líquido, gaseoso y sólido, con propiedades singulares, de extraordinaria connotación para la vida, el más óptimo en la naturaleza y decisivo en los procesos físicos, químicos y biológicos que guían el medio ambiente, por lo cual, su uso está sujeto a normas encaminadas a evitar la degradación de su calidad por el uso o abuso indebido.

De acuerdo a (Anticona, 2022), el agua se usa de las siguientes formas:

- **Poblacional:** El agua se extrae de una fuente natural o se distribuye a través de una red pública, siendo esta previamente tratada para satisfacer las necesidades de la población (lavar, cocinar, regar, etc). Esta agua generalmente es distribuida por intermedio de conexiones domiciliarias, pozos o camiones cisterna, obteniéndose licencias de uso con aceptación de entidades y/o autoridades responsables del suministro de agua poblacional, los mismos que son encargados de implementar, operar y mantener los sistemas de abastecimiento de agua potable operativo.
- **Agrícola:** La agricultura utiliza alrededor del 70% del agua dulce extraída a nivel mundial. Esta actividad tiene gran responsabilidad de preservar las diversas fuentes de agua, a través de su adaptación y uso responsable y eficiente, evitando así malas prácticas de desperdicio y controlando la contaminación.

- **Minería e industria:** En este tipo de actividades utilizan el agua en procesos de exploración, extracción y producción, debido a que cada operación o proceso unitario usa volúmenes de agua en menor o mayor cantidad que cooperan a efectuar un mejor proceso.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Según Tacora (2018), el agua tiene varias propiedades invariables que la convierten en un elemento especial para la vida, también tiene propiedades que determinan su calidad e idoneidad. No obstante, para comprender la calidad del agua, es necesario determinar ciertos parámetros. Las medidas de idoneidad del agua se dividen principalmente en medidas físicas, químicas y microbiológicas que determinan su calidad.

2.1.2.1. Parámetros físicos

De acuerdo a Tacora (2018), los parámetros físicos son sustancias que tienen un impacto directo sobre el estado estético del agua tales como: color, turbidez, sabor, olor, temperatura, y materia en suspensión.

Turbidez.- Dificulta la transmisión de la luz a través del agua, esto se debe a la presencia de sustancias insolubles, coloidales o partículas muy finas en la suspensión; la turbidez también se refiere a los sólidos totales en suspensión, limo, coloides orgánicos, arcilla, plancton y microorganismos que dan lugar a la turbiedad en un cuerpo de agua, estas mismas partículas se pueden dividir en tres clases: partículas orgánicas de humus, minerales y partículas filamentosas” según lo manifiesta (García, 2019).

Color.- Propiedad física que describe simultáneamente el origen y sus propiedades del agua. La coloración del agua indica la posible presencia de óxidos metálicos, como puede ser hierro y manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de las industrias. así como de diversos productos y metabolitos orgánicos que habitualmente se encuentran en ellas (Anticona, 2022).

Cloro residual libre.- Es el número contenido de cloro en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que necesariamente debe contener el agua potable después de

ser clorada en la etapa de tratamiento, con el objeto de impedir una posible contaminación microbiana posterior (Juzcamayta, 2023).

Conductividad.- Es un indicador de la presencia de una forma ionizada de sal, como iones cloruro o sodio, carbonato, etc. Esto permite tener vínculo o entender los resultados con los sólidos disueltos en los efluentes o en cuerpos de agua. Es la mejor medida indirecta de la salinidad, ya que por otros métodos se toma engorroso e impreciso (García, 2019).

2.1.2.2. Parámetros químicos

Los diferentes compuestos químicos disueltos en el agua pueden ser de origen natural o industrial y pueden resultar beneficiosos o perjudiciales según su composición y concentración (Tacora, 2018). Los parámetros químicos del agua se pueden clasificar en dos principales categorías: Indicadores (acidez, pH y alcalinidad) y sustancias químicas (compuestos químicos).

pH.- Señala el valor que establece si una sustancia es neutra, ácida o básica, determinando la cantidad de iones hidrógeno presentes. El pH se mide dentro de una escala de 0 a 14, el intersticio 7 indica que la sustancia es neutra, y los valores menores de 7 indican que la sustancia es ácida y los valores mayores que 7 indican que es básica o alcalina (Mamani, 2019).

2.1.2.3. Parámetros Biológicos

El agua cruda puede contener diferentes variedades de microorganismos. Siendo estos microorganismos patógenos o no patógenos, en otras palabras, uno de ellos puede causar enfermedades sobre la salud humana, mientras que los no patógenos no presentan riesgo dentro de las cuales se puede encontrar: las bacterias coliformes totales, E. coli, Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales, bacterias heterotróficas (Tacora, 2018).

Bacterias Coliformes Totales.- Forman un grupo de bacterias definido más por las pruebas utilizadas para aislarlas que por criterios de clasificación, estos corresponden a la familia Enterobacteriaceae y se caracteriza por su idoneidad de descomponer la

lactosa, producir ácido y gas (García, 2019). La existencia de coliformes totales en un cuerpo de agua se identifica como agua insalubre o agua que está siendo contaminada con materia orgánica de origen fecal, ya sea por humanos o animales (Mamani, 2019).

Bacterias Coliformes Termotolerantes o fecales.- También definidas como bacterias gramnegativas, no esporuladas descomponen la lactosa y producen ácido y gas a $44.5^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ dentro de las 24 ± 2 horas. La *E. coli* es la especie de coliformes fecales más grande según (García, 2019). Dado que las coliformes fecales siempre están presentes en las heces humanas y de los animales, siendo un indicador indirecto del riesgo potencial de contaminación con bacterias o virus patógenos (Mamani, 2019).

2.1.3 CONTAMINACIÓN DEL AGUA

De acuerdo a Mamani (2018), la contaminación del agua es conocida también como contaminación hídrica, el cual comprende las acciones y efectos de la introducción de materias, formas de energía, o la inducción de sustancias en un cuerpo de agua que directa o indirectamente, causen efectos negativos en su calidad, y relacionados con su uso posterior o su función ecológica. (Juzcamayta, 2023) considera que las principales causas de la contaminación del agua son: los vertimientos de contaminantes en el agua provenientes de la producción industrial, el calentamiento global que perturba la armonía del mar, la deforestación, el agua residual, el tráfico marítimo y los derrames de combustible, siendo estas las más típicas y comunes que forman parte de la contaminación del agua.

2.1.4. CALIDAD DE AGUA

La calidad generalmente se refiere a la satisfacción de las características del producto en relación con los requerimientos del consumidor, por ende su idoneidad para un uso adecuado (Tacora, 2018), por lo que la calidad del agua es un indicador de cuando el agua está libre de contaminación es importante para diversas actividades humanas ya que se le conoce como un solvente universal que ayuda a eliminar sustancias producidas durante los procesos bioquímicos en el cuerpo (Anticona, 2022).

2.1.5. CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Según Juzcamayta (2023), indicada que si hablamos de la calidad de agua para consumo humano nos referimos al agua que las personas utilizan para diferentes actividades ya sea: cocina, higiene y/o para cualquier fin que consideren necesario, independientemente de su origen, así se suministre al consumidor por medio de redes de distribución pública o privada, cisternas e incluso depósitos públicos o privados (reservorios). El agua destinada al consumo humano no debe contener elementos físicos ni sustancias patógenas que alteren su calidad y debe ser analizada para identificar microorganismos que indiquen contaminación.

Es preciso mencionar que el agua de calidad apta para consumo humano, no está libre de contaminación, esto podría ocurrir cuando el agua ingresa a la red de distribución y abastecimiento, contaminándose mediante conexiones cruzadas, retrosifonaje, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos, grifos contra incendios dañados y durante la instalación de nuevas tuberías o mantenimientos realizadas, sin precauciones mínimas de seguridad, así lo manifiesta (García, 2019).

2.1.5.1. Parámetros de calidad de agua para consumo humano

Según, Juzcamayta (2023) indica que dado que su calidad se ve afectada por diversos factores, se pueden considerar como parámetros de calidad su origen químico, físico y biológico. A grandes rasgos son: pH, temperatura, oxígeno disuelto, DBO, DQO, sólidos totales, coliformes fecales. Sin embargo en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobada mediante el D.S. N°031-2010-SA se especifican los parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos, que debe cumplir el agua para ser considerada bebible por el ser humano.

2.1.6. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES EN CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Según Mamani (2018) cada país regula la calidad del agua para consumo humano estableciendo y exigiendo el cumplimiento de normas de seguridad o calidad del agua potable. Además, a través de las unidades de gestión de recursos se deben poner en

marcha los mecanismos necesarios para proteger las fuentes de agua de cualquier contaminación o ataque y hacer frente a cualquier emergencia.

Es por ello que mediante D. S. Nro. 031-2010-SA, Decreto que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el objetivo de formular las normas generales sobre la gestión de la calidad del agua para consumo humano, garantizando su seguridad, previniendo factores de riesgo para la salud, protegiendo y promoviendo la salud pública y el bienestar humano, se determina los Límites Máximos Permisibles de los diferentes parámetros parasitológicos, microbiológicos, organolépticos, químicos, orgánicos, inorgánicos y radioactivos. Del mismo modo en el artículo 63 de la norma citada se fija los parámetros de vigilancia obligatoria para todos los distribuidores y/o proveedores de agua, los cuales se mencionan en el siguiente:

- Coliformes totales
- Coliformes termotolerantes
- Color
- Turbiedad
- Residual de desinfectante
- pH
- De presentarse los coliformes termotolerantes en el análisis, el distribuidor y/o proveedor debe efectuar un análisis de bacterias *Escherichia coli*, para confirmar la contaminación fecal.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua para consumo humano.- Agua que se considera apta para consumo humano, puesto que pasa por una serie de tratamiento antes de su consumo y/o uso de diversas actividades domésticas diarias (Anticona, 2022).

Captación de agua.- Es una infraestructura física de cualquier tipo de ingenio con el rol de recolectar y almacenar agua proveniente de diversas fuentes para su uso benéfico (Percca, 2021).

Reservorio.- Depósito y/o almacenamiento de agua.

Red de distribución.- Una red de distribución de agua es un conjunto de equipos y/o instalaciones que transporta desde uno o más puntos de recolección y tratamiento hasta que el agua llegue al usuario de manera que satisfaga su demanda (Garcia, 2019).

Contaminante.- Es toda materia o energía negativa que altera la calidad en el ambiente y la salud y el bienestar humano, asimismo pone en peligro los ecosistemas (Percca, 2021).

Cloración.- Un método generalmente utilizado para la desinfección del agua con cloro activo (Juzcamayta, 2023).

Cloro Residual Libre.- Contenido de cloro en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que se retiene en el agua destinada al consumo humano después de la cloración para prevenir una posible contaminación microbiana, así lo manifiesta (Juzcamayta, 2023).

Inocuidad.- No causa daños sobre la salud humana (Anticona, 2022).

Muestreo de agua.- El muestreo de agua se refiere a la extracción de una porción representativa de una masa de agua con el fin de evaluar sus características, según Juzcamayta (2023).

Límite Máximo Permisible.- Son valores máximos admisibles/permisibles de los parámetros cruciales de la calidad del agua (MINSa, 2010).

2.3. MARCO NORMATIVO

En el siguiente cito las normativas, decretos, reglamentos y/o disposiciones legales aprobadas y/o establecidas, que guardan relación con la presente investigación, por lo que describo de la siguiente forma:

- El artículo 02, inciso 22 de **la Constitución Política del Perú de 1993** establece que el deber principal del Estado es garantizar el derecho de todas las personas a un medio ambiente sano y equilibrado para promover el desarrollo integral de la humanidad. En este sentido, el artículo 67 establece que el Estado debe formular una política ambiental nacional para promover el uso sustentable de los recursos naturales.

- **Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente**, en el Art. 133 Monitoreo y Vigilancia Ambiental del Perú, que tiene el objetivo de crear lineamientos informativos para asegurar el cumplimiento de los objetivos legislativos y de política ambiental.
- **Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos y su reglamento**, la presente ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos superficiales, subterráneas, continental y los bienes asociados a esta, con la finalidad de regular el uso y gestión integrada del agua.
- **Decreto Supremo N° 031-2010-SA**, aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, con el objetivo de formular las normas generales sobre la gestión de la calidad del agua para consumo humano, garantizando su seguridad, previniendo factores de riesgo para la salud, protegiendo y promoviendo la salud pública y el bienestar humano.
- **Resolución Directoral 160-2015-DIGESA**, aprueba el Protocolo sobre procedimientos para el muestreo, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y aceptación de muestras de agua para consumo humano.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023, no es apta para consumo humano.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, es alto.
- El nivel de concentración de los parámetros microbiológicos, del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, es alto.
- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se llevó a cabo en el Sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu del distrito, provincia y departamento de Puno, el mismo que está ubicada a las orillas del lago sagrado de los Incas a 3,820 metros sobre el nivel del mar, con coordenadas de 69°56'31."5 de latitud sur, 15°52'42"1 de longitud. El sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu está localizado al Sur de la ciudad de Puno, alcanzando una altitud media de 3,878 m.s.n.m. aproximadamente, ubicándose cercanamente a orillas del Lago Titicaca. Entre las referencias notables del área de estudio se encuentran: al Norte el Lago Titicaca, al Nor-Oeste la parcialidad Chimu, al Sur-Este la localidad de Chucuito y al Sur una cadena de cerros de los que se destacan C. Atoja, el C. Soquesani y el C. Ahuaccani.

Características climáticas: Según, SENAMHI (2024) la Estación: Puno-Puno-Puno; estación de datos meteorológicos más cercana del sector tunuhiri Grande, indica que en el 2023 la temperatura alcanzó hasta 12.52 °C, bajando hasta 7.23 °C promediando a 10.24 °C; presentándose mayor precipitación en el mes de noviembre; y una humedad promedio relativo anual 67.89%.

Geológicamente: El C. P. de Ichu cuenta con 3 tipos de rocas clasificándose en ígneas, sedimentarias y pizarra, con suelos de grava graduada, gravas limosas, arenas arcillosas, limos inorgánicos, turba y/u otros suelos con materia orgánica alta, asimismo el C.P. de Ichu tiene los ríos Jaq'ellinti, Tala apacheta, Tusalaya y Tallina. Respecto a la flora existen multitud de plantas medicinales, por ejemplo: salvia, diente de león, muña,

manzanilla, zapatilla, entre otros, así como también pastos y árboles como eucaliptos, álamos y flores, en cuanto a los animales predominan las vacas, ovejas, cerdos, pájaros, peces, etc (Fura, 2019).

Características culturales: El sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu cuenta con potencialidades de promover el turismo vivencial con la actividad económica ancestral, y centros turísticos, siendo uno de los principales de sus atractivos turísticos “El Centro Ceremonial de Inca Tunuhiri”, centro ceremonial místico y espiritual que tiene un valor sagrado para los pobladores de todo el C.P. de Ichu, en el cual practican rituales de ofrenda a la pachamama en agradecimiento a las deidades por la buena cosecha agrícola, la buena salud y prosperidad (Inbound Perú, 2022).

Características socioeconómicas:

- **La población** del sector de Tunuhiri Grande cuenta con una población de 117 habitantes (INEI, 2017), de las cuales 80 son usuarios de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS).
- **La actividad económica** del Sector Tunuhiri Grande y de todo el C.P. de Ichu es; la agricultura en 56% con los cultivos de plantas aromáticas, flores, sembrío de cebolla, orégano, habas, arveja, lechuga, zanahoria, maíz, tarwi, quinua, papa y otras hortalizas, que se comercializan en los mercados de las ciudades de Puno y Juliaca; asimismo desarrolla la ganadería en 12% entre ovinos-vacunos; comercio en 25%; pesca en 18%; ojotería 38% y otras actividades como el turismo en 15% de (Quispe, 2020).

3.1.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente estudio se efectuó en la red de abastecimiento de agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno, Provincia de Puno - departamento de Puno, a 30 minutos de la ciudad de Puno.

3.1.2. UBICACIÓN POLÍTICA

Región : Puno
Provincia : Puno
Distrito : Puno

C.P. : Centro Poblado de Ichu

Sector : Tunuhiri Grande

3.1.3. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente se ubica en las siguientes coordenadas.

Latitud Sur : 69°56'31."5

Long. Oeste : 15°52'42"1

Altitud : 3,878 msnm.

3.1.4. LÍMITES DEL ÁMBITO DE ESTUDIO

El sector de Tunuhiri limita con los siguientes:

Por el Norte : Lago Titicaca

Por el Este : Localidad de chucuito

Por el Sur : Cadena de cerros del Sector Pusalaya.

Por el Oeste : Sector Tunuhire Chico del C.P. Ichu

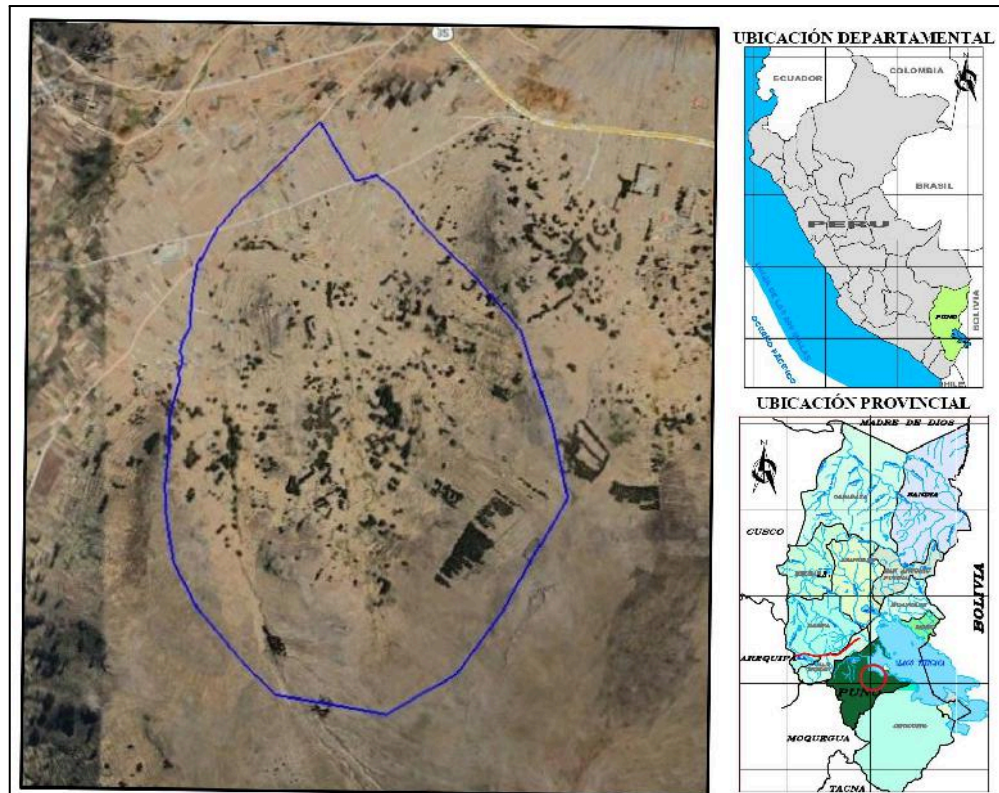


Figura 01: Ubicación geográfica del sector Tunuhuri Grande del C.P. Ichu-Puno.

Fuente: Google Earth (2024)

3.1.5. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de monitoreo se han identificado de acuerdo al protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano aprobado con Resolución Directoral N° 160-2015-/DIGESA/SA, el cual se determinó de acuerdo a los criterios de los puntos fijos: Las captaciones de agua, en la infraestructura de almacenamiento (reservorio), y en las áreas intermedias y extremas más alejados de la red de distribución de agua.

Tabla 01: Ubicación de puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de agua.

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM			Descripción
	Norte	Este	Altura	
PM-1	8241876.1	400712	4153	Fuente de captación de agua N ^a 1.
PM-2	8242001.1	400745	4123	Fuente de captación de agua N ^a 2
PM-3	8242635	400891	4081	En el almacenamiento de agua (reservorio)
PM-4	8242678	400719	4007	En la vivienda intermedia de la red de distribución del agua
PM-5	8243714	400303.9	3837	En la vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua

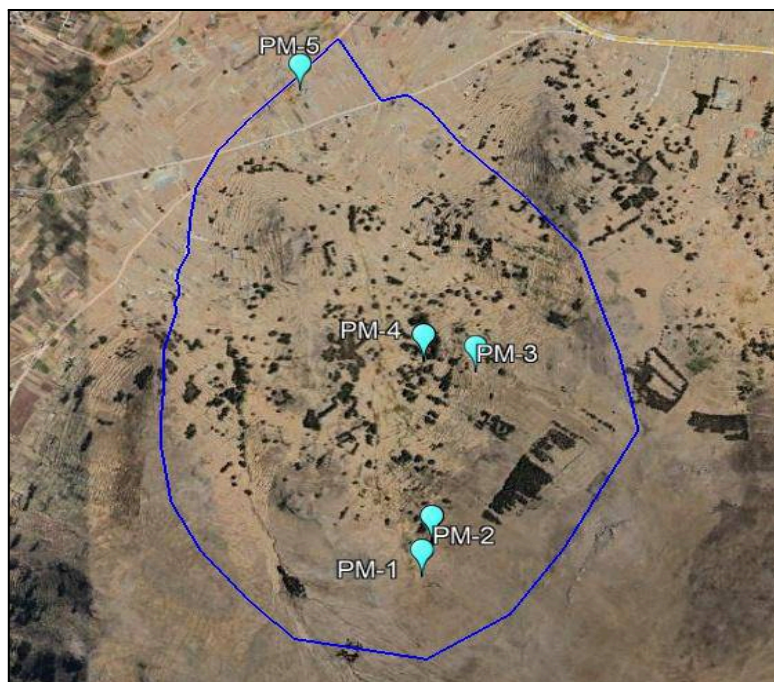


Figura 02: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

Fuente: Google Earth (2024)

3.1.6. DELIMITACIÓN SOCIAL

La presente investigación alerta/advierte a las autoridades y/o instituciones encargados de la vigilancia sanitaria a tomar medidas necesarias para la implementación del tratamiento adecuado, por la salud de los usuarios de la red de distribución de agua del sector Tunuhiri Grande, así como también de otras redes de distribución de agua en lugares con condiciones similares. No obstante, con el presente trabajo se pretende también alcanzar resultados relevantes, no sólo en relación con la salud humana, sino que también en áreas académicas y científicas enfocadas en el sector ambiental, de este modo brindando información que pueda contribuir a nuevas investigaciones y el desarrollo o creación de nuevas alternativas de solución.

3.1.7. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Tipo de Investigación

La investigación es de tipo básica de alcance descriptivo, con enfoque cuantitativo debido a que se recopilan y se analizan (los resultados del muestreo) a través de métodos estadísticos y matemáticos. El nivel de investigación es descriptivo puesto que se realiza el análisis específico de propiedades y características e indicadores de la calidad del agua para consumo humano abordando los desafíos presentes en la vida productiva de la sociedad (Hernandez Sampieri et al., 2014).

Diseño de Investigación

El diseño de investigación es no experimental de tipo transeccional o transversal descriptivo ya que se realizó la medición de parámetros de campo in situ y se tomaron muestras de agua por una sola vez, es decir únicamente en un solo tiempo, sin ningún tipo de manipulación deliberada de ningún variable asegurando la representación de las condiciones que brindan estas (Hernandez Sampieri et al., 2014). Así mismo el método de investigación utilizado fue la deductiva.

3.1.8. PERIODO DE MUESTREO

Se tomaron muestras de agua en 05 puntos de muestreo de la red de distribución de agua del Sector Tunuhiri Grande del C.P.de Ichu-Puno-Puno, la recolección de muestras

se efectuaron en una sola vez en tiempo de inicios de avenida (verano), en la fecha 28 de diciembre del 2023, desde las 8:00 am a 12:00 pm.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población está conformada por el agua de la fuente de captación, del cual se determinó los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consume la población y evaluar su posible contaminación en todo el ámbito del Sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu del distrito, provincia y departamento de Puno.

3.2.1. MUESTRA

El tipo de muestra utilizada fue el instantáneo e integrado; instantánea debido a que se tomó muestras de agua representativas a las condiciones de la calidad del agua en el momento en que se utilizó los equipos para su monitoreo; e integrada por que se tomaron en 5 puntos el muestreo de los parámetros: Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color residual, turbiedad, cloro total y PH, en zonas estratégicas del Sector Tunuhiri Grande del Centro Poblado de Ichu - Puno.

Tabla 02: Parámetros y descripción de la ubicación de los puntos de muestreo.

Estación de Muestreo	Parámetros	Descripción de la ubicación
PM-1	Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y PH	Fuente de captación de agua N ^a 1
PM-2	Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y PH	Fuente de captación de agua N ^a 2
PM-3	Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y PH	Salida de almacenamiento de agua (reservorio) para su distribución
PM-4	Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y PH	En la vivienda intermedia de la red de distribución del agua
PM-5	Coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbiedad, cloro residual y PH	En la vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua

TAMAÑO DE MUESTRA

El protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano aprobado con Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA, nos indica que la ubicación y el número de muestras se deben programar previo estudio de facilidades de acceso y medio de transporte, así mismo, en un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, se debe tomar como base, los planos del sistema y los criterios según correspondan.

Por lo que, en la presente investigación el muestreo es no probabilístico, puesto que se tomaron muestras orientadas por el protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua

para consumo humano. No obstante, se tomaron muestras de 05 puntos de la red de distribución de agua que consumen los usuarios del Sector Tunuhiri Grande (en las 02 fuentes de captación de agua N° 1 y N° 2, en el reservorio, en la vivienda intermedia y en la vivienda más alejada); para el análisis de los parámetros: Coliformes totales y coliformes termotolerantes, se tomaron muestras en frasco de vidrio 500 ml esteril neutro, no tóxico con tapa y cierre hermético; y para los parámetros: turbiedad, color, y PH se tomaron muestras de 500 ml en frascos esterilizados, los mismo que fueron acondicionados en un cooler y trasladados para ser analizados en el laboratorio de aguas y suelos UNAP; a excepción del parámetro cloro residual que mediante un comparador de cloro, se aplicó la metodología prueba de pastillas reactivas de cloro libre DPD1 en una pequeña muestra de agua (in situ) tiñéndose de rojo, en donde la intensidad del color se comparó con la tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro residual.

3.3. METODO Y TECNICAS

3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO

Se identificaron 05 puntos estratégicos de muestreo en la red de distribución de agua del Sector Tunuhiri Grande del C.P. Ichu (En las 2 captaciones de agua, en el reservorio y/o almacenamiento de agua, en la vivienda intermedia y en la vivienda extrema más alejada), el muestreo se realizó el 28 de diciembre del 2023. Con el objetivo de determinar los parámetros fisicoquímicos (Color, Cloro Residual, pH, Turbiedad) y microbiológicos (Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes) del agua que consumen los usuarios y/o pobladores del Sector Tunuhiri Grande. No obstante, para la toma de muestras se realizó siguiendo en todo momento el protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano aprobado con Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA.

3.3.2. MATERIALES

Epps:

- chaleco
- Guantes descartables
- Zapato de seguridad
- Casco

Materiales de muestreo:

- Tablero
- Cinta de embalaje
- Bolígrafo/Lapicero/plumón indeleble
- Agua destilada
- Algodón
- Alcohol
- Caja térmica (01 cooler)
- Balde
- Soga
- Frasco de vidrio 500 ml esteril neutro, no tóxico con tapa y cierre hermético
- Escoba

Instrumentos de medición de muestreo:

- Comparador de Cloro
- Cámara Digital
- GPS (Dispositivo android)

Instrumentos de recolección de datos:

- Fichas y libretas de campo
- Rótulo de muestras y/o etiqueta para la identificación de la muestra
- Formatos de cadena de custodia

Movilidad:

- Transporte urbano para llevar las muestras al laboratorio (taxi)

3.3.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Fase preliminar: Se realizó la coordinación con el Sr. presidente de la Junta Administradora de Servicios y Saneamiento – JASS del Sector Tunuhiri Grande a fin de obtener información acerca de la condición de la red de distribución de agua e identificar los puntos de muestreo. Así mismo, se realizó la revisión bibliográfica sobre la calidad del agua, características ambientales, socioeconómicas y culturales del área de estudio, lo que permitió caracterizar objetivamente el escenario de exposición de ese modo identificar el diagnóstico sobre el abastecimiento de agua para consumo humano.

Fase de campo:

Ubicación de los puntos de muestreo:

Los puntos de muestreo fueron ubicados de acuerdo al protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano. El PM-1 y PM-2 se ubicaron obligatoriamente en las captaciones de agua puesto que son fuentes de abastecimiento de agua; el PM-3 se ubicó en la infraestructura de almacenamiento (reservorio) de agua para su distribución correspondiente; el PM-4 se ubicó en la vivienda intermedia de la red de distribución de agua; y finalmente el PM-5 se ubicó en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución.

Preparación de materiales y equipos para muestreo

Se verificó antes de realizar la toma de muestra, que se cuente con todo lo materiales, equipos e instrumentos mencionados anteriormente. Así mismo se verificó la calibración de la aplicación satélite (GPS), cabe indicar que en todo momento se utilizó la indumentaria de protección correspondiente.

Los frascos para la recolección de las muestras biológicas, fueron esterilizadas de vidrio neutro no tóxico, con tapa protectora con cierre hermético, el mismo que fue proporcionado por el laboratorio de agua y suelos UNAP, se mantuvieron cerrados los frascos hasta el momento del muestreo, recogiendo la muestra enseguida se procedió

a tapar en el menor tiempo posible, evitando en todo momento el ingreso de sustancias extrañas que pueden alterar los resultados.

Procedimiento de la muestra

Se tomaron muestras de los parámetros fisicoquímicos (Color, pH, y Turbiedad) y microbiológicos (coliformes totales y coliformes termotolerantes) en las 02 captaciones del agua, en el reservorio de agua, en la vivienda intermedia y extrema más alejada de la red de distribución, según el detalle siguiente:

- Se registraron en coordenadas UTM la ubicación de los puntos de muestreo.
- Para la toma de muestra en las captaciones y en el reservorio, se removieron todo tipo de malezas, residuos y/o desechos ubicados alrededor de la tapa de las cámaras.
- Para la toma de muestras en las viviendas se alejaron todo tipo de dispositivos ajeno al grifo de agua, como pedazos de manguera y/u otros objetos.
- Se verificó la inexistencia de fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño.
- Se desinfectaron los grifos interna y externamente previo a la toma de muestra, con algodón y alcohol, enseguida se abrió la llave y se dejó correr el agua durante 3 minutos antes de tomar la muestra.

Consideraciones en la toma de muestras:

- **La medición del parámetro de campo Cloro residual;** se evaluó (In Situ), tomando una pequeña muestra de agua en el comparador de cloro y pH (LaMotte) aplicando sobre ella 01 pastilla reactiva de cloro libre DPD1 (por muestra), este método se basa en la reacción inmediata de la muestra tomada en forma de Acido Hipocloroso y/o de ión hipoclorito (cloro libre o cloro disponible) con el DPD (N,Ndietil p-fenileno-diamina) tiñéndose de color rosa proporcional a la concentración de cloro, de modo que, la intensidad del color se compara con la tabla de colores estándar para determinar la concentración de cloro residual (Garcia, 2019). La información recabada de la medición del parámetro de campo Cloro Residual, así como la ubicación y la

descripción de las características del punto de muestreo se ingresó en la ficha de datos de campo (cadena de custodia).

- **Para la medición de los parámetros color, turbiedad y PH;** se tomaron muestras de agua de los 05 puntos de muestreo en frascos PET de 500 ml para su posterior análisis en el laboratorio. La información recabada In Situ, así como la ubicación y descripción del punto de muestreo se registró en la ficha de datos de campo (rótulo de muestra y en la cadena de custodia).

- **Para la medición de los parámetros microbiológicos Coliformes totales y coliformes termotolerantes;** Se tomó muestras de agua de los 05 puntos de muestreo, en frascos de vidrio 500 ml esteril neutro, no tóxico con tapa y cierre hermético, evitando en todo momento tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, se sujetó la tapa con la mano, mientras que con la otra mano se realizó el muestreo poniéndolo inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua para llenarlo, en el cual se dejó un espacio de aire aprox. 2.5 cm, a fin de facilitar la agitación al momento del análisis, enseguida se colocó la tapa en el frasco fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.

Acondicionamiento preservación y traslado de muestras

Se identificaron los frascos antes de tomar las muestras con una etiqueta y/o rótulo escrita con letra legible, protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la información necesaria. Una vez tomada las muestras de agua se procedió a acondicionar la muestra, para mayor seguridad se selló la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar las muestras. Las muestras tomadas se conservaron en un cooler a temperatura indicada, así mismo embalado con cinta adhesiva con cuidado para evitar roturas, derrames y contaminación. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en una caja térmica (cooler) los cuales fueron debidamente rotulados, junto a la solicitud de ensayo completada, entregándose el mismo día del muestreo.

Fase analítica

El análisis de los parámetros microbiológicos (Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes) y fisicoquímicos (Color, pH y Turbiedad) se desarrolló en el laboratorio de agua y suelos de la facultad de ciencias agrarias de la Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica - Universidad Nacional del Altiplano. Utilizando como referencia D.S. N°031-2010 “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo”.

Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Mediante el método observacional analítica se analizaron los datos o resultados obtenidos de las variables relacionándolos/comparándolos con los límites máximos permisibles del reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 03: Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLE S	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDIDA
<u>INDEPENDIENTE</u>	<p>La calidad del agua son atributos que presenta el agua, de manera tal, que reúne criterios de aceptabilidad para diversos usos.</p> <p>Los parámetros físicos son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista del tacto, gusto y olfato, y los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias.</p> <p>Mientras los parámetros biológicos son indicativos de la contaminación orgánica de las aguas.</p>	<p>Parámetros físicoquímicos</p> <p>Microbiológicos:</p>	<p>Color</p> <p>Turbiedad</p> <p>Cloro residual</p> <p>pH</p> <p>Coliformes totales</p> <p>Coliformes termotolerantes</p>	<p>UCV escala Pt/Co</p> <p>UNT</p> <p>mg/L</p> <p>Valor de pH</p> <p>UFC/100mL a 35 °C</p> <p>UFC/100mL a 35 °C</p>
<u>DEPENDIENTE</u>	<p>El agua para consumo humano se refiere al agua que las personas utilizan para diferentes actividades. Cada país regula la calidad del agua para consumo humano, es por ello que mediante D.S. N°031-2010-SA se establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano,</p>	<p>Agua para consumo humano</p>	<p>Límites Máximos Permisibles</p>	<p>Aprobado mediante D.S N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano</p>

estableciendo los Límites Máximos Permisibles - LMP para estas a fin de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud pública y el bienestar de la población.

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Los instrumentos y/o herramientas estadísticos utilizados en la evaluación de los resultados obtenidos son:

- Tablas de distribución de frecuencias, variables porcentuales y las correspondientes relaciones de los datos.
- Gráficos estadísticos, se presentan en forma de gráfico de barras para observar las frecuencias y su comportamiento.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHURI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO

En la tabla 04 se muestran los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhuri Grande, los mismo que fueron muestreados en 05 puntos de muestreo en la fecha jueves, 28 de diciembre del 2023 y analizados el viernes, 29 de diciembre del 2023 en el laboratorio de agua y suelos de la facultad de ciencias agrarias UNA-Puno.

Tabla 04: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua.

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COLOR (UCV escala Pt/Co)	TURBIEDA D (UNT)	pH	COLORO RESIDUAL (mg/L⁻¹)
PM-1	Fuente de captación de agua N ^a 1	14	0.0012	7.26	0
PM-2	Fuente de captación de agua N ^a 2	14	0.0012	6.5	0
PM-3	Almacenamiento de agua (reservorio)	12	0.0013	7.06	0
PM-4	Vivienda intermedia de la red de distribución del agua	11	0.0015	7.26	0
PM-5	Vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua	13	0.0013	6.89	0

Los muestreos fueron realizados de acuerdo al protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano aprobado con Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA. En el cual se obtienen los siguientes resultados.

Resultados y análisis de parámetro cloro residual

En la tabla 05 se expresan los resultados del parámetro cloro residual, en el cual se obtuvieron como concentraciones de 0 mg/L⁻¹ en los 05 puntos de muestreo, el cual indica que el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande no presenta presencia de cloro residual.

Tabla 05: Resultados de concentración del parámetro cloro residual.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1	CLORO RESIDUAL	(mg/L ⁻¹)	0
PM-2			0
PM-3			0
PM-4			0
PM-5			0

Según Juzcamayta (2023), el cloro residual es el contenido de cloro en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que se retiene en el agua destinada al consumo humano después de la cloración y desinfección; a fin de controlar el crecimiento microbiano, además del sabor y olor del agua, previene el crecimiento de algas en la infraestructura hidráulica, ayudando así en el mantenimiento de filtros, la disolución de hierro, manganeso y la demolición del ácido sulfhídrico, removiendo el color causado por algunos colorantes orgánicos, de este modo mantiene el sistema de distribución de agua controlando también la acumulación de limos (Ccora, 2022). Esta teoría indica que el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande no cuenta con tratamiento y/o desinfección previo a su consumo. Sin embargo, es necesario que el agua destinada para consumo humano reciba un tratamiento y/o una desinfección previa, por consiguiente guarde el efecto residual del cloro, en vista de que esto permite que siga desinfectando el agua en todo su transcurso de distribución.

Los resultados obtenidos en la tabla N° 05 coinciden con la investigación de (Anticona, 2022), en el cual se obtuvo 0.0 mg/L⁻¹ de cloro residual en tres repeticiones, valores que incumplen la norma establecida. De acuerdo a (Hoyos, 2020), el parámetro cloro está relacionado con los parámetros microbiológicos, puesto que el Cl como oxidante y desinfectante es el más aplicado para tratar el agua, debido a que, el agua clorada

reduce su capacidad bacteriana. Es decir que, es imprescindible la cantidad de cloro presente en el agua ya sea en forma ácido hipocloroso e hipoclorito que debe contener el agua para consumo humano con el objetivo de evitar posible contaminación microbiológica después del acto de cloración (Juzcamayta, 2023). Sin embargo, en concentraciones mayores a 4.5 mg/L (Mamani, 2018), el cloro provoca irritación en los ojos y en la nariz y trastorno estomacal.

Resultados y análisis de parámetro turbiedad

En la tabla 06 se presentan los resultados del parámetro turbiedad, en el cual se obtuvieron como mayor concentración en el PM-4 con 0.0015 UNT, y mejor concentración en el PM-1 y PM-2 con 0.0012 UNT.

Tabla 06: Resultados de concentración del parámetro turbiedad.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1			0.0012
PM-2			0.0012
PM-3			0.0013
PM-4	TURBIEDAD	UNT	0.0015
PM-5			0.0013

Los resultados obtenidos en la tabla N° 06 presentan valores relativamente bajos, y de acuerdo a las figuras N° 20, 22, 23 y 24 el agua muestreada expone un agua transparente, por lo que se indica que, esto coincide con la teoría de Ccora (2022), en la que manifiesta que, el agua transparente tiende a tener un bajo nivel de turbidez, y el agua turbulento o dolosa tiende a tener un elevado nivel de turbiedad, estos pueden ser a causa de la presencia de partículas suspendidas y coloidales en el agua, así como limo,

tierra, sedimento, aguas residuales, plancton y otros microorganismos. No obstante (Anticona, 2022), una turbiedad alta se inclina a proteger los microorganismos del efecto desinfectante y/o tratamiento, provocando proliferación de más agentes patógenos lo que demanda procesos de desinfección más rigurosos. Por lo que es importante aplicar estrategias de desinfección eficaz a fin de que se evite o elimine la contaminación microbiana. Los procesos de coagulación - floculación pueden remover la turbiedad, color, así como también bacterias, patógenos susceptibles, y virus, separándolos a través de la coagulación, sustancias y algas que pueden llegar a generar olores y sabores en algunos casos (Anticona, 2022).

Pese que en el momento del muestreo no se presentó precipitaciones pluviales, es preciso mencionar que, según (Ccora, 2022) las precipitaciones pluviales afectan la turbiedad y el pH del agua, sin embargo, el color verdadero no es afectado debido a que este parámetro guarda relación con la materia orgánica presente en el agua, lo mencionado coincide con el estudio realizado por Tacora (2018), en el que obtiene valores altos en los muestreos efectuados en presencia de precipitaciones.

Resultados y análisis de pH

En la tabla 07 se expresan los resultados del parámetro turbiedad, en el cual se obtuvieron como mayor concentración en el PM-1 y PM-4 con 7.26, y mejor concentración en el PM-2 con 6.5.

Tabla 07: Resultados de concentración del parámetro pH.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1			7.26
PM-2			6.5
PM-3			7.06
PM-4	pH	--	7.26
PM-5			6.89

Los valores obtenidos del análisis en los puntos de muestreo presentan un rango de pH 6.5 a 6.89, estos valores coinciden con los resultados del estudio realizado por Mamani (2018), en el cual obtuvo valores de pH 7.5 a 7.9, los cuales se encuentran dentro de los 6.5 y 8.0, según Blanco, (2018) manifiesta que, mientras que el agua se encuentre dentro de este rango es óptima, así mismo, los resultados obtenidos en el PM-2 y PM-5 clasifica como agua ácida; mientras que los resultados obtenidos en el PM-1=7.26, PM-3=7.06 y PM-4=7.26 clasifica como aguas alcalino y/o básica. Esto guarda relación con la manifestación de (Ccora 2022) en el que indica que, el pH del agua que muestra menores que 7 se identifican como aguas ácidas, este tipo de agua ayuda a la oxidación de sustancias metálicas en contacto a ella, y el agua que, presenta valores de pH mayores que 7, son definidas como aguas básicas que pueden dar lugar a incrustaciones, advirtiendo que estas padecen variaciones con la temperatura.

Según Mamani (2018), si los valores de pH superan los 8.0, esto hace que el proceso de cloración sea menos eficaz, por ende, para una cloración eficaz recomienda que el agua tenga un pH menor a 8.0, sin obviar que, el agua con pH más bajo puede ser corrosiva,

así como también en presencia de precipitaciones los valores de pH del agua pueden aumentar (Ccora, 2022).

Resultados y análisis de color

En la tabla 08 se expresan los resultados del parámetro color, en el cual se obtuvieron mayores valores en el PM-1 y PM-2 con 14 UCV escala Pt/Co, y como menor valor en el PM-4 con 11 UCV escala Pt/Co.

Tabla 08: Resultados de los valores obtenidos del parámetro color.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1			14
PM-2			14
PM-3		UCV escala Pt/Co	12
PM-4	COLOR		11
PM-5			13

Los resultados obtenidos del parámetro color, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhuire Grande presentan valores menores a 15 UCV escala Pt/Co, estos coinciden con el estudio efectuado por Mamani (2018), puesto que también obtuvo resultados menores a 15 UCV escala Pt/Co y/o similares, y de acuerdo a (Tacora, 2018) el agua vendría ser incoloro, sin embargo, si se obtuviera valores mayores a 15 UCV escala Pt/Co, expresaría de que las aguas pueden estar coloreadas a causa de la presencia de minerales como hierro, manganeso, materia orgánica y/u otros contaminantes que hacen que el agua refleje un color, olor o apariencia que podría indicar una alteración en su calidad. La conformación de color del agua está relacionada con factores como: pH, Temperatura, Tiempo de contacto, solubilidad de las sustancias

activas y los compuestos coloreados (Mamani, 2018), asimismo recomienda realizar la remoción del color antes de la desinfección a fin de prevenir que, el cloro como desinfectante pueda causar la formación de trihalometanos compuestos que son cancerígenos sobre los animales.

4.2. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHUIRI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO

En la tabla 09 se muestran los resultados de los parámetros microbiológicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhuri Grande, los mismo que fueron muestreados en 05 puntos de muestreo, en la fecha jueves, 28 de diciembre del 2023 y analizados el viernes, 29 de diciembre del 2023 en el laboratorio de agua y suelos de la facultad de ciencias agrarias UNA-Puno.

Tabla 09: Resultados de concentración de los parámetros microbiológicos del agua.

PUNTOS DE MUESTREO	DESCRIPCIÓN	COLIFORMES TOTALES (NMP/100ml)	COLIFORMES TERMOTOLERANTES (NMP/100ml)
PM-1	Fuente de captación de agua N ^a 1	75	23
PM-2	Fuente de captación de agua N ^a 2	150	23
PM-3	Almacenamiento de agua (reservorio)	95	15
PM-4	Vivienda intermedia de la red de distribución del agua	7.2	3.6
PM-5	Vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua	290	93

Se han realizado los muestreos de acuerdo al protocolo de procedimientos para la toma de muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano aprobado con Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA, en el cual se obtienen los siguientes resultados.

Resultados y análisis de parámetro coliformes totales

En la tabla 10 se expresan los resultados del parámetro coliformes totales, en el cual se obtuvieron como concentraciones mínimas de 7.2 NMP/100ml en el punto de muestreo PM-4, y con mayor concentración en el PM-5 con 290 NMP/100ml.

Tabla 10: Resultados de concentración del parámetro coliformes totales.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1			75
PM-2			150
PM-3		NMP/100ml	95
PM-4	COLIFORMES TOTALES		7.2
PM-5			290

En la tabla 10, se observa los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, en el cual queda en evidencia los valores de coliformes totales PM-1=75 NMP/100 ml, PM-2=150 NMP/100 ml, PM-3=95 NMP/100 ml, PM-4=7.2 NMP/100 ml, y PM-5=290 NMP/100 ml, observándose que en el PM-5 correspondiente a la vivienda más alejada extrema de la red de distribución de agua se obtuvo mayor concentración de coliformes totales. Estos resultados coinciden con la investigación de (Ccora, 2022) en la que obtuvo valores de 220, 3500, 920, y 5400 NMP/100 ml, en los puntos de muestreo de captación de agua y en la línea de conducción, mismos puntos fueron muestreados antes de la planta de tratamiento, es decir antes de recibir el tratamiento de agua correspondiente, sin embargo, en los puntos muestreados después de recibir la desinfección, mostró resultados totalmente ausentes de coliformes totales.

De acuerdo a Anticona (2022) los coliformes totales son juzgados como organismos indicadores de contaminación bacteriana a causa de aguas residuales o generado por

presencia de materia orgánica de origen fecal de animales o humanos, definiendo que presentan condiciones antihigiénicas, de este modo convirtiéndose en una fuente de transmisión de microorganismos patógenos.

Resultados y análisis de parámetro coliformes totales

En la tabla 11 se expresan los resultados del parámetro coliformes termotolerantes, en el cual se obtuvieron como concentraciones mínimas de 3.6 NMP/100ml en el punto de muestreo PM-4, y con máxima concentración en el PM-5 con 290 MNP/100ml.

Tabla 11: Resultados de concentración del parámetro coliformes termotolerantes o fecales.

PUNTOS DE MUESTREO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	RESULTADO
PM-1			23
PM-2			23
PM-3		NMP/100ml	15
PM-4	COLIFORMES TERMOTOLERANTES		3.6
PM-5			93

En la tabla 11, se observa los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, en el cual queda en evidencia los valores de coliformes totales PM-1=23 NMP/100 ml, PM-2=23 NMP/100 ml, PM-3=15 NMP/100 ml, PM-4=3.6 NMP/100 ml, y PM-5=93 NMP/100 ml, observándose que en el PM-5 correspondiente a la vivienda más alejada extrema de la red de distribución de agua se obtuvo mayor concentración de coliformes termotolerantes o fecales. Estos resultados también coinciden con el estudio de (Ccora, 2022) en la que obtuvo valores de 22, 3500, 79, y 940 NMP/100 ml, en los puntos de muestreo de captación de agua y en la línea de conducción, mismos puntos fueron muestreados antes

de la planta de tratamiento, es decir antes de recibir el tratamiento de agua correspondiente, sin embargo, en los puntos muestreados después de recibir la desinfección, mostró resultados totalmente libres de coliformes termotolerantes.

Segun, Anticona (2022) la presencia de coliformes termotolerantes o fecales confirma la existencia de las bacterias de *Escherichia coli*, así como también es un indicador directo del posible riesgo de infección por bacterias o virus patógenos ya que las polibacterias están siempre presentes en la heces humanas y animales.

4.3. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES ESTABLECIDOS EN EL D.S. N° 031-2010-SA

En la figura 12 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo, correspondientes a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, observándose que en los parámetro fisicoquímicos en ninguno de los puntos y parámetros muestreados sobrepasan los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Sin embargo, los parámetros microbiológicos muestreados, si exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos para consumo humano.

Tabla 12: Evaluación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhui Grande.

PARÁMETRO	UNIDA D DE MEDID A	PUNTOS DE MUESTREO					LMP D.S. Nº 031-2010- SA
		PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS							
COLORO RESIDUAL	mg/L ⁻¹	0	0	0	0	0	0.5
TURBIEDAD	UNT	0.0012	0.0012	0.0013	0.0015	0.0013	5
pH	-	7.26	6.5	7.06	7.26	6.89	6.5-8.5
COLOR	UCV escala Pt/Co	14	14	12	11	13	15
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS							
COLIFORME S TOTALES	NMP/10 0ml	75	150	95	7.2	290	1.8 (*)
COLIFORME S	NMP/10 0ml	23	23	15	3.6	93	1.8 (*)
TERMOTOLE RANTES							

Nota: (*) en casos del análisis mediante la técnica del NMP por tubos múltiples =<1.8/100 ml.

UCV = Unidad del Color Verdadero

UNT=Unidad Nefelométrica de Turbidez

Evaluación y análisis de parámetro cloro residual

En la figura 03 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro cloro residual, en el cual se evidencia que en ninguno de los puntos de muestreo sobrepasan los Límites Máximos Permisibles según Decreto Supremo N° 031-2010-SA, en la que establece que, la concentración máxima del parámetro cloro residual no debe exceder 5 mg/L⁻¹ y la concentración mínima no debe ser menor que 0.5 mg/L⁻¹, en aguas para consumo humano.

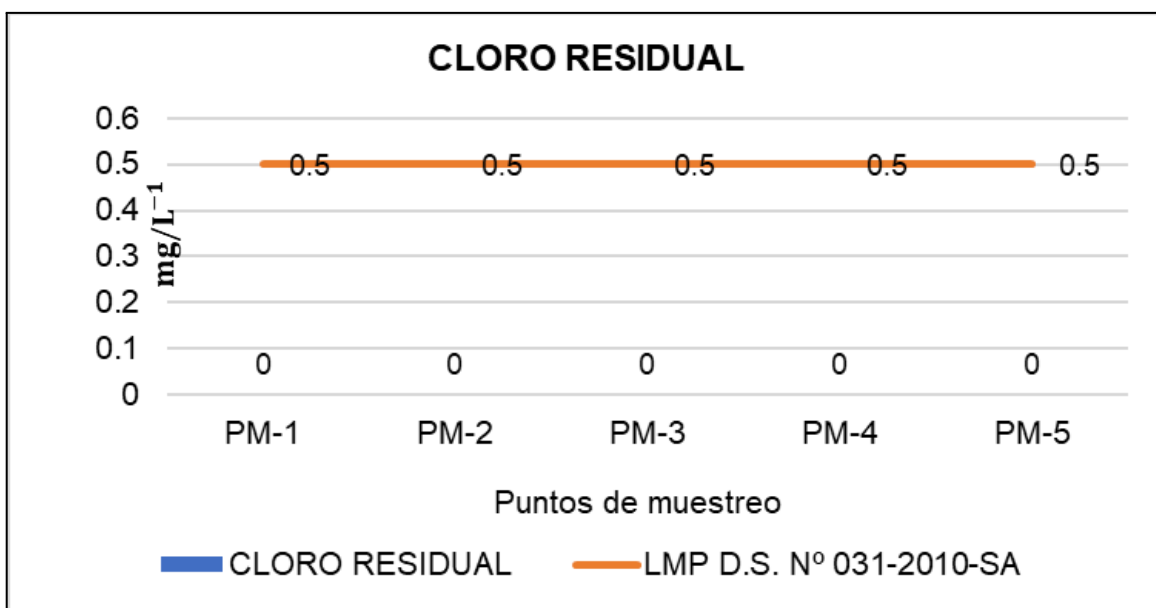


Figura 03: Evaluación del parámetro cloro residual con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

Según, la figura 03 se observa los resultados del muestreo muy por debajo del Límite Máximo Permissible, por lo que objetivamente se indica que, las muestras analizadas no cumplen con lo indicado en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, que establece como LMP 5 mg/L⁻¹ y para un tratamiento y/o desinfección eficaz en las redes de distribución de agua, la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0.5 mg/L⁻¹. En función a los resultados obtenidos y de acuerdo a (Hoyos, 2020) el agua que se distribuye en el Sector Tunuhiri Grande no sería apto para consumo humano, esto coincide con la investigación de (Anticona, 2022), en la que obtuvo 0 mg/L⁻¹ concentración y/o total

ausencia de cloro en el sistema de abastecimiento evaluado, por lo que caracterizó el agua muestreada como no apto para consumo humano. Al respecto la Junta Administradora de Saneamiento y Servicios-JASS del Sector Tunuhuri Grande deberá gestionar el tratamiento y/o desinfección adecuada a fin de eliminar todo tipo de microorganismos presentes.

Cabe mencionar que en épocas de sequía y/o avenidas el caudal del agua aumenta y así mismo reduce la concentración de cloro (Ccora, 2022), por lo que deberán plantear estrategias de cloración de agua por temporadas sequía y avenida.

Evaluación y análisis de parámetro turbiedad

En la figura 04 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro turbiedad, observándose que en ninguno de los puntos de muestreo sobrepasan los Límites Máximos Permisibles según Decreto Supremo N° 031-2010-SA, el mismo que establece que la concentración máxima del parámetro turbiedad no debe exceder los 5 UNT (Unidad Nefelométrica de Turbidez).

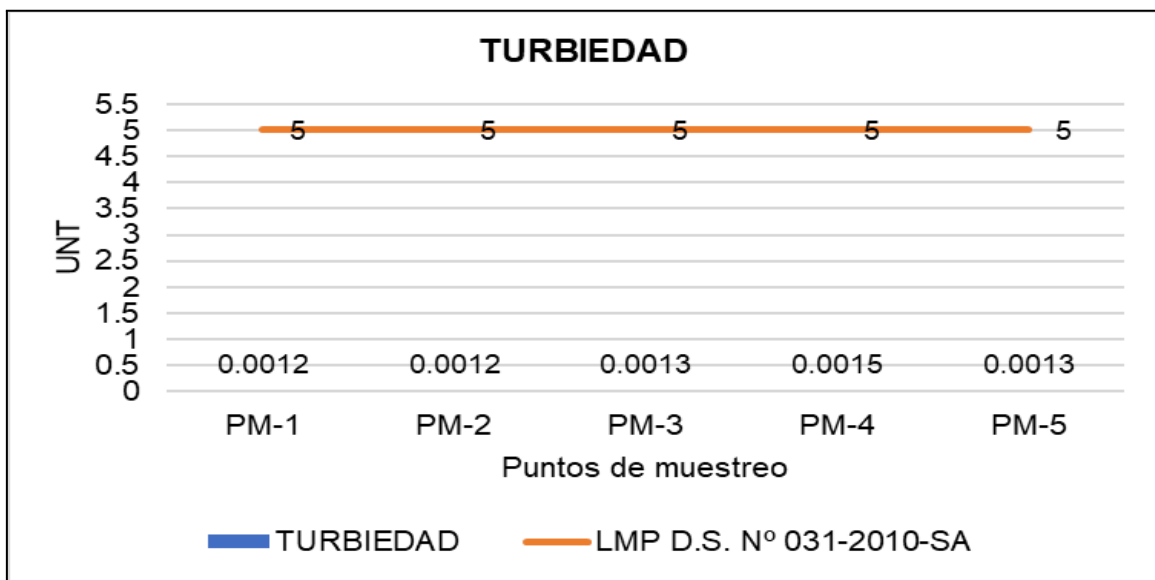


Figura 04: Evaluación del parámetro turbiedad con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

De la información que se muestra en la figura 04, los resultados analizados del parámetro turbiedad se encuentran muy por debajo de los LMP, encontrándose valores entre 0.0015

UNT, y 0.0012 UNT, según (Hoyos, 2020) estos valores estarían garantizando la distribución de agua con turbiedad dentro de los parámetros establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Esto coincide con el estudio efectuado por (Anticona, 2022), en la que obtuvo un resultado promedio de 0.80 UNT turbiedad. Por otro lado, Garcia (2019) explica que, las partículas suspendidas y coloidales en el agua, así como limo, tierra, sedimento, aguas residuales, plancton y otros microorganismos del agua, que forman parte de la turbiedad, podría presentarse cuando el agua ingresa a la red de distribución y abastecimiento, contaminándose mediante conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, y reservorios defectuosos. Esto explica que, en el punto de muestreo PM-1 y PM-2 que corresponden a los puntos de captación de agua se obtienen los resultados más bajos, y en el punto de muestreo PM-4 se obtiene mayor turbidez, siguiendo el PM-3 y PM-5, este mismo guarda relación con la investigación de Tacora (2018), en el cual identifica antes de la planta de tratamiento de agua, con con mayor turbidez en la línea de aducción y menor turbidez en la captación de agua.

Evaluación y análisis de parámetro pH

En la figura 05 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro pH (Potencial de Hidrógeno), en el cual se observa que en ninguno de los puntos de muestreo sobrepasan los Límites Máximos Permisibles según Decreto Supremo N° 031-2010-SA, en el cual establece que la alcalinidad máxima del pH no debe superar 8.5 y la acidez no debe ser menor que 6.5, en aguas para consumo humano.

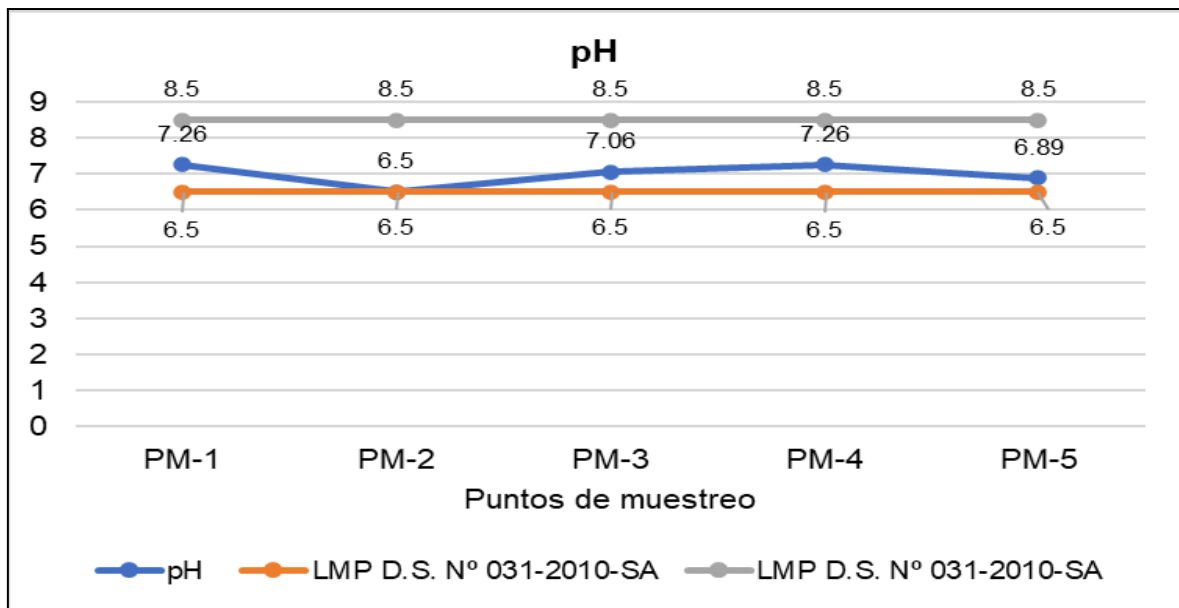


Figura 05: Evaluación del parámetro pH con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

Los resultados de análisis obtenidos de pH en la red de distribución de agua potable del sector Tunuhiri Grande oscilan entre 6.5 y 7.26, de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA, los valores obtenidos se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles. Estos resultados coinciden con el estudio de Mamani (2018), en el cual obtuvo un valor de pH promedio 7.628 dentro de los Límites Máximos Permisibles. Sin embargo, si se obtuviera valores menores que 6.5 en las muestras analizadas, indicaría que los pobladores del Sector Tunuhiri Grande, estarían consumiendo agua ácida, atentando contra la salud de la población, así lo indica (Hoyos, 2020). No obstante, el agua que consumen los usuarios del Sector Tunuhiri Grande tiene un pH óptimo (Blanco, 2018).

Evaluación y análisis de parámetro Color

En la figura 06 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro color, en el cual se observa que en ninguno de los puntos de muestreo sobrepasan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, el cual indica que, dicho parámetro no debe superar los 15 UCV escala Pt/Co, en aguas para consumo humano.

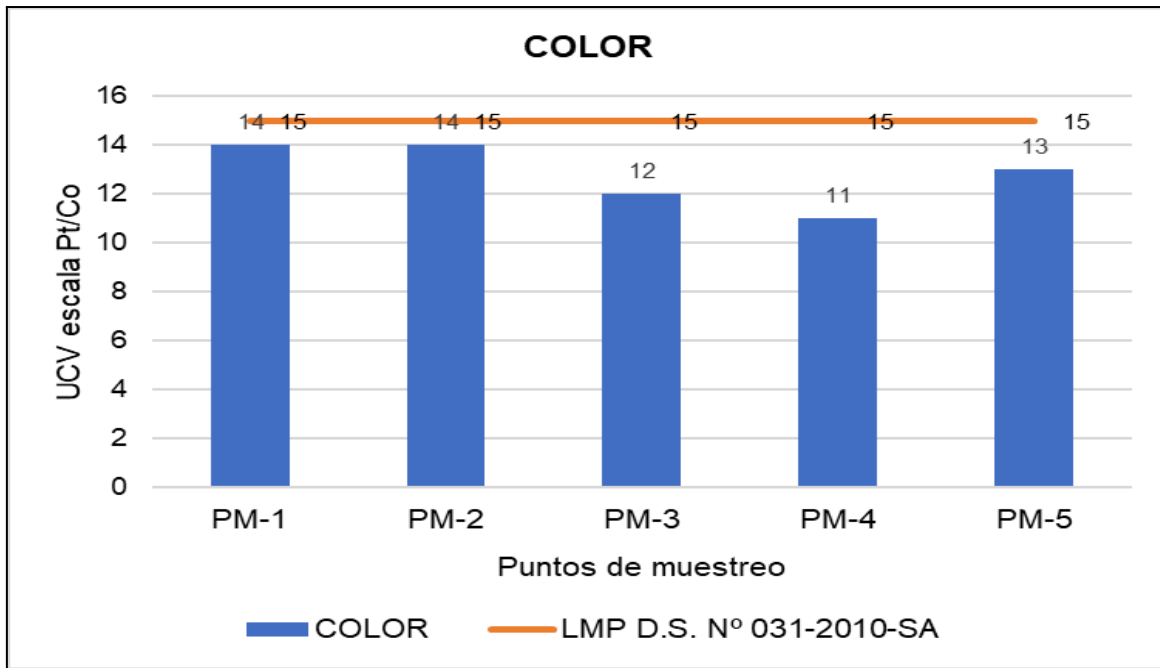


Figura 06: Evaluación del parámetro color con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

Según los valores obtenidos del análisis del laboratorio, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande el parámetro color oscila entre 11 y 14 UCV escala Pt/Co, estos valores no exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Los resultados presentados coinciden con la investigación de Mamani (2018), en el cual obtuvo un valor promedio de 12.5 UCV escala Pt/Co valores que se encuentran también dentro de los Límites Máximos Permisibles. Sin embargo, si el agua presenta color, quiere decir que su turbiedad es elevada, así como el olor y el sabor del agua son desagradables, esto guarda relación con los resultados de análisis obtenidos del parámetro turbiedad puesto que tampoco sobrepasaron los LMP establecidos (Anticona, 2022).

Evaluación y análisis de parámetro coliformes totales

En la figura 07 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro coliformes totales, en el cual se observa que en todos los puntos de muestreo exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N°

031-2010-SA, el cual indica que, toda agua destinada para consumo humano deberá estar libre de presencia de coliformes totales.

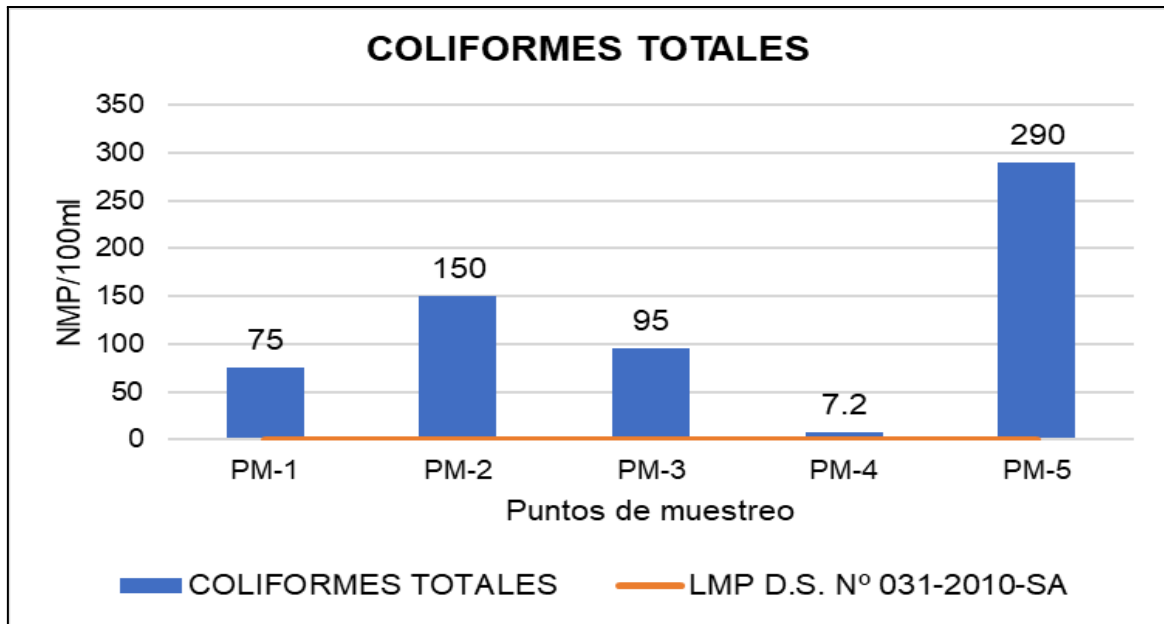


Figura 07: Evaluación del parámetro coliformes totales con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

Según se observa en la figura 07 los valores de análisis de laboratorio obtenidos del parámetro coliformes totales, son mayores que 1.8 NMP/100 ml, es decir superan los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, por ende, al no cumplir con los LMP permisibles en ninguno de los puntos muestreados, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande no es apta para su consumo. Estos resultados coinciden con la investigación de (Blanco, 2018) en la que obtuvo valores promedio de 8.33 a 303.33 NMP/100 ml, valores que exceden totalmente los Límites Máximos Permisibles. Según, Mamani (2018) esto podría ser a causa de la ausencia de cloro residual que da lugar a la presencia de microorganismos biológicos, pudiendo causar efectos negativos sobre la salud del hombre.

Anticona (2022) sita a la Organización Mundial de la Salud (OMS), en el cual indica que, los microorganismos presentes en el agua generalmente causan enfermedades graves sobre la salud tales como diarreas de leves a severas, gastroenteritis, hepatitis, disentería entre otros.

Evaluación y análisis de parámetro coliformes termotolerantes

En la figura 08 se presentan las muestras analizadas de los 05 puntos de muestreo del parámetro coliformes termotolerantes o fecales, presenciando que en todos los puntos de muestreo exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, el cual indica que, toda agua destinada para consumo humano deberá estar libre de presencia de coliformes termotolerantes.

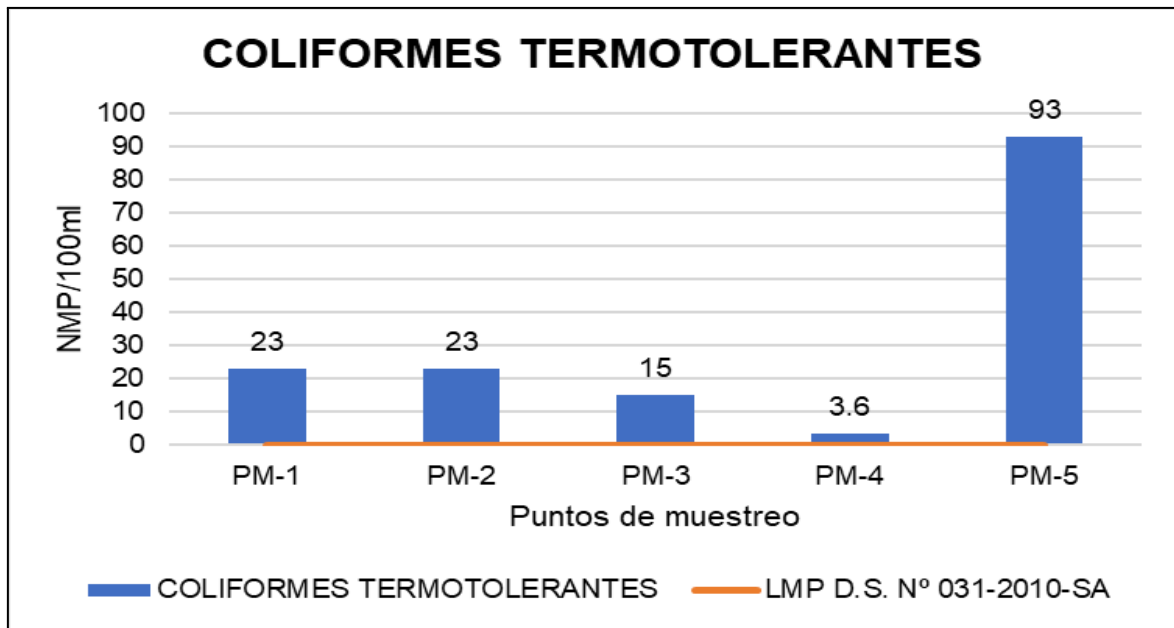


Figura 08: Evaluación del parámetro coliformes termotolerantes con los LMP D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano.

Según se observa en la figura 8 los valores de análisis de laboratorio obtenidos del parámetro coliformes termotolerantes o fecales, son mayores que 1.8 NMP/100 ml, es decir superan los LMP establecidos en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano, por ende, al no cumplir con los LMP permisibles en ninguno de los puntos muestreados, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande no es apta para su consumo. Lo presentado coincide con el estudio de (Blanco, 2018) en la que obtuvo valores promedio de 9 a 200 NMP/100 ml, valores que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, siendo estos resultados no aptos para su consumo y dañinos para la salud.

Discusión

De los resultados obtenidos de los 05 puntos de muestreo de la red de distribución de agua del Sector Tunuhiri Grande, se determinó que los parámetros fisicoquímicos: color, turbiedad y pH, se encuentran dentro del rango de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA reglamento de agua para consumo humano. Sin embargo, se observó ausencia total del parámetro cloro residual, es decir se encontraron 0 mg/L⁻¹ de concentración de cloro residual, no obstante el D.S. N° 031-2010-SA, establece que, la concentración de cloro residual no debe exceder los 5 mg/L⁻¹, y para un tratamiento y/o desinfección de eficaz en las redes de distribución de agua, la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0.5 mg/L⁻¹. puesto que el cloro residual libre permite que siga desinfectando el agua en todo su transcurso de distribución evitando cualquier posible contaminación microbiológica o bacteriana.

Respecto a los resultados de los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerante o fecales analizados en el laboratorio, se expone la existencia bacteriana presente en el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande, los mismo que superan los LMP establecidos en el reglamento de agua para consumo humano, lo que hace no apta para consumo humano (Blanco, 2018). Puesto que, los microorganismos presentes en el agua generalmente causan enfermedades graves sobre la salud tales como diarreas de leves a severas, gastroenteritis, hepatitis, disentería entre otros (Anticona, 2022). Cabe mencionar que, los coliformes totales y termotolerantes en épocas de avenida son mayores los valores de concentración de los parámetro microbiológicos, debido a las precipitaciones pluviales que incrementan el caudal del agua en consecuencia la concentración de contaminantes, por lo que, la desinfección y/o tratamiento en esta época debe ser más rigurosa (Ccora, 2022).

PRUEBA DE HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): La calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023, no es apta para consumo humano.

$H_a \geq$ LMP para consumo humano

De acuerdo al Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobado mediante D.S. N° 031-2010-SA, el agua para consumo humano debe ser inocua y cumplir con los requisitos de la presente, en relación a los resultados obtenidos de los muestreos efectuados en la presente investigación, la concentración de los parámetros físicoquímicos: turbiedad, pH y color no superan los LMP establecidos por el D.S. N° 031-2010-SA, a excepción del parámetro cloro residual que se encuentra fuera del rango de los LMP. Por otro lado, los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales también superan los LMP establecidos según la norma, tal como se muestra en el siguiente cuadro. Por ende, la aceptada la hipótesis alterna.

Tabla 13: Resultados de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhui Grande.

PARÁMETRO	UNIDA D DE MEDID A	PUNTOS DE MUESTREO					LMP D.S. Nº 031-2010- SA
		PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS							
CLORO RESIDUAL	mg/L ⁻¹	0	0	0	0	0	0.5
TURBIEDAD	UNT	0.0012	0.0012	0.0013	0.0015	0.0013	5
pH	-	7.26	6.5	7.06	7.26	6.89	6.5-8.5
COLOR	UCV escala Pt/Co	14	14	12	11	13	15
PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS							
COLIFORME S TOTALES	NMP/10 0ml	75	150	95	7.2	290	1.8 (*)
COLIFORME S	NMP/10 0ml	23	23	15	3.6	93	1.8 (*)
TERMOTOLE RANTES							

Nota: (*) en casos del análisis mediante la técnica del NMP por tubos múltiples =<1.8/100 ml.

HIPÓTESIS NULA (H_0): La calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023, si es apta para consumo humano.

$H_0 = < \text{LMP}$ para consumo humano.

Visto los resultados obtenidos de los muestreos efectuados las concentraciones de los parámetros coliformes totales, coliformes termotolerantes o fecales, como también el parámetro cloro residual se encuentran fuera del rango de los LMP establecidos en la norma nacional. Por lo que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 01

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): El nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, es alto.

$H_a \geq \text{LMP}$ para consumo humano

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro anterior, los parámetros fisicoquímicos como es Turbiedad, color y pH, no presentan altos valores de concentración con respecto a los LMP establecidos en la norma. Sin embargo, para el parámetro cloro residual se halló la concentración muy baja de 0 mg/L^{-1} , con respecto a los LMP establecidos se encuentran fuera de rango. por ende, se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS NULA (H_0): El nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no es alto.

$H_0 = < \text{LMP}$ para consumo humano.

De los resultados obtenidos el parámetro fisicoquímico turbidez, color y pH no presentan valores elevados respecto a los LMP establecidos, sin embargo, el parámetro cloro residual presenta un valor muy bajo en relación al rango del LMP, que establece la concentración máxima de 5 mg/L^{-1} y la concentración mínima no debe ser menor que 0.5 mg/L^{-1} , en aguas para consumo humano. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 02

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): El nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, es alto.

$H_a \geq \text{LMP}$ para consumo humano

De acuerdo a los resultados presentados en el cuadro anterior, los parámetros microbiológicos como es coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales, si presentan valores muy altos con respecto a los LMP establecidos. por ende, se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS NULA (H_0): El nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no es alto.

$H_0 \leq \text{LMP}$ para consumo humano.

De los resultados obtenidos el parámetro microbiológicos coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales si presentan valores muy altos con respecto a los LMP establecidos. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 03

HIPÓTESIS ALTERNA (H_a): Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

$H_a \geq \text{LMP}$ para consumo humano

De acuerdo a los resultados presentados, los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, si sobrepasan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. por ende, se acepta la hipótesis alterna.

HIPÓTESIS NULA (H_0): Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no exceden los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

$H_0 \leq \text{LMP}$ para consumo humano.

De los resultados obtenidos el parámetro fisicoquímico, cloro residual y los parámetros microbiológicos, coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales no cumplen con los LMP establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA. Por ende, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

CONCLUSIONES

Finalmente la presente investigación llega a las siguientes conclusiones:

PRIMERA: La calidad del agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023, no garantizan su consumo saludable, puestos que, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en D.S.N° 031-2010-SA, en consecuencia estaría atentando contra la salud de la población.

SEGUNDA: Los niveles de concentración de los parámetros físicoquímicos: turbiedad oscilan entre 0.0012 y 0.0015 UNT, color de 11 a 14 UCV escala Pt/Co y pH de 6.5 a 7.26, valores que no representan relativamente altos con relación a los Límites Máximos Permisibles-LMP, a excepción del parámetro cloro residual, que se obtuvo 0 mg/L⁻¹ en todos los puntos muestreo, el cual indica que, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no presenta presencia de cloro residual, es decir que, en todo el sistema de distribución de agua no recibe ningún tipo de tratamiento y/o desinfección de agua, que prevenga o reduzca la capacidad bacteriana.

TERCERA.- Respecto a los parámetros microbiológicos: coliformes totales se obtuvo valores de 7.2 entre 290 NMP/100ml, y para los coliformes termotolerantes o fecales se obtuvo desde 3.6 a 93 NMP/100ml, valores que representan relativamente altos con relación a los Límites Máximos Permisibles-LMP, resaltando mayor concentración en el punto de muestreo 05 correspondiente a la vivienda más alejada extrema de la red de distribución de agua, en consecuencia se expone la existencia bacteriana presente en el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande.

CUARTA.- De los resultados obtenidos de los parámetro físicoquímicos y microbiológicos, muestreados en los 05 puntos, se observa que los parámetros: color,

turbiedad y pH no exceden los Límites Máximos Permisibles-LMP establecidos por el D.S.Nº 031-2010-SA, sin embargo, el parámetro cloro residual se encuentra fuera del rango establecido, el cual no debe exceder los 5 mg/L⁻¹, y para un tratamiento y/o desinfección eficaz en las redes de distribución de agua, la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0.5 mg/L⁻¹, y respecto a los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes o fecales superan excesivamente los Límites Máximos Permisibles-LMP establecidos, por lo que se indica que el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, no es apta para consumo humano.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a los directivos de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento - JASS Tunuhiri Grande, en coordinación y/o previa solicitud a la Municipalidad Provincial de Puno, realizar la verificación al sistema de abastecimiento de agua del Sector Tunuhiri Grande, con el objetivo de diagnosticar, la operación, mantenimiento, administración y reposición de materiales y/o equipos, de todo el sistema de abastecimiento de agua, planteando un Plan Operativo Anual, el cual debe contemplar la implementación del tratamiento y/o desinfección (dosificación de cloro adecuada) del agua que consumen los pobladores Sector Tunuhiri Grande del C.P. de Ichu, antes de su distribución.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Puno efectuar monitoreos y vigilancias ambientales de forma periódica o en diferentes épocas del año, el agua que consumen los pobladores del Sector Tunuhiri Grande y/u otros sectores en similares condiciones, a fin de obtener información necesaria que permita identificar los parámetros que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles-LMP establecidos por el D.S.Nº 031-2010-SA, y así poder plantear medidas que permitan conservar calidad de agua, apta para consumo humano.

Se recomienda a las autoridades regionales elaborar proyectos de inversión de “mejoramiento y ampliación de los servicios de saneamiento”, contemplando el Sector Tunuhire Grande y/u otros sistemas de abastecimiento de agua que no tienen ningún tipo de tratamiento previo de agua destinada para consumo humano.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Puno, promover campañas y/o sensibilizaciones de educación ambiental a la población del Sector Tunuhire Grande del

C.P. de Ichu, para incrementar el uso del agua hervida y educación sanitaria acerca del mantenimiento y operación del sistema de abastecimiento de agua potable.

BIBLIOGRAFÍA

- Anticona, S. E. P. (2022). *Calidad del agua para consumo humano en el sistema de abastecimiento del Asentamiento Humano Uliachin – distrito de Chaupimarca – provincia y región Pasco, de acuerdo al DS.031-2010-SA. – 2022* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión-Facultad de Ingeniería]. http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2995/1/T026_71740886_T.pdf
- Blanco, M. C. (2018). *Estudio de la Calidad de Agua Potable para Consumo Humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento de Puno* [Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10619>
- Ccora, B. R. (2022). *Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Localidad de Acobamba* [Universidad Nacional de Huancavelica]. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4728>
- Fura, Y. M. V. (2019). *Grado de Correlación entre el Nivel de Conocimiento de las Madres de Niños de 6 a 35 meses Sobre el Uso de Multimicronutrientes y la Efectividad en los Valores de Hemoglobina en Establecimiento de Salud Ichu- Puno del Año 2017* [Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/14617/Yony_Millart_Fura_Vizcarra.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- García, R. L. A. (2019). *Parámetros de Control Obligatorio para Determinar la Calidad del Agua de Consumo Humano en la Ciudad de Iquitos, 2018* [Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/6153/Randy_Tesis_Titulo_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collao, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

- Hoyos, J. E. R. (2020). *Calidad del Agua Potable de la Ciudad de Bagua – Amazonas, 2018* [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i3.637>
- Inbound Perú. (2022, marzo 17). *Inca Tunuhuirí: Centro ceremonial místico y espiritual de Puno*. <https://inboundperu.com/es/2022/03/17/inca-tunuhuiri-centro-ceremonial-mistico-y-espiritual-de-puno%ef%bf%bc/8716/>
- INEI. (2017). *Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1563/
- Juzcamayta, M. E. P. (2023). *Caracterización físico—Química y bacteriológica del agua de consumo humano de la localidad de 30 de Agosto en los meses octubre, noviembre y diciembre del año 2022* [Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión-Facultad de Ingeniería]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/3306>
- Mamani, J. L. U. (2018). *Evaluación de la Calidad de las Fuentes de Agua de Manante de Consumo Humano y su Riesgo en la Salud, de las Comunidades de Pantipantini 1 y Pantipantini 2 del Distrito de Arapa, Provincia de Azángaro, Puno 2016* [Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”]. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2983>
- MINSA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano.pdf?v=1561937448>
- Navarrete, G. G., Noriega, Y. R. Q., Mazón, S. L. L., Landín, M. E. O., & Munive, G. T. (2018). Calidad del Agua para Consumo Humano del Poblado Huépari, Sonora. *Epistemos*, 12(24), Article 24. <https://doi.org/10.36790/epistemos.v12i24.71>
- Percca, N., Naira. (2021). *Evaluación de la contaminación por Arsénico (As) en agua de pozos para consumo humano, anexo Collana II, distrito Huata, 2021*

[Universidad Privada San Carlos].

<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/211>

Quispe, Y. P. (2020). *Efectos del Programa Nacional de Asistencia Solidaria Pensión 65 en la Calidad de Vida de los Beneficiarios del Centro Poblado de Ichu – Puno* [Universidad Nacional del Altiplano].

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/18585/Quispe_Yurema_Nu%c3%b1ez_Rosa.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Sánchez, B. M., Franco, F. A., Pinedo, M. N., & Kucharsky, A. D. (2022). *Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico—Bolivia*. 10(4), 443-460.

SENAMHI. (2024). *Datos meteorológicos estacion: Puno-Puno-Puno*.
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

Tacora, S. K. M. (2018). *Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018* [Universidad Peruana Unión].

https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1696/Shadit_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vildoza, L. H., Ramírez, Y. P., & Elío, F. V. (2020). *Diagnóstico preliminar de la calidad bacteriológica del agua de consumo humano y evaluación de prioridad de medidas correctivas en el municipio de Poopó (Oruro, Bolivia)*. 9(4), 483-503.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO DEL SECTOR TUNUHUIRI GRANDE CENTRO POBLADO DE ICHU - PUNO - 2023

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA	TECNICAS DE RECOLECCION DE DATOS
<p><u>P. GENERAL</u> ¿Cuál será la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023?.</p>	<p><u>O. GENERAL</u> Evaluar la calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023.</p>	<p><u>H. GENERAL</u> La calidad del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno - 2023, no es apta para consumo humano.</p>	<p><u>Variable independiente</u> Parámetros fisicoquímicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Color • Turbiedad • Cloro residual y pH 	<p><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u> Básico descriptivo con enfoque cuantitativo</p> <p><u>DISEÑO</u> No experimental - transversal descriptivo</p> <p><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</u> Descriptivo</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hoja de campo de recolección de datos • Ficha de identificación de muestra: georreferenciación, fecha de toma de muestra • Ficha de datos de campo • Multiparámetros
<p><u>P. ESPECÍFICO 1</u> ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector</p>	<p><u>O. ESPECÍFICO 1</u> Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiri</p>	<p><u>H. ESPECÍFICA 1</u> El nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano del Sector Tunuhuiri Grande Centro Poblado de Ichu -</p>			

<p>Tunahuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno?</p>	<p>Grande Centro Poblado de Ichu - Puno.</p>	<p>Puno, es alto.</p>	<p>Microbiológicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Coliformes totales y Coliformes termotolerantes 	<p><u>POBLACIÓN</u> Población del Sector de Tunahuiri Grande del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno-2023.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Comparador de Cloro Turbidímetro GPS Equipos de levantamiento de muestras
<p><u>P. ESPECÍFICO 2</u> ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunahuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno?</p>	<p><u>O. ESPECÍFICO 2</u> Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunahuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno.</p>	<p><u>H. ESPECÍFICA 2</u> El nivel de concentración de los parámetros microbiológicos, del agua para consumo humano del Sector Tunahuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, es alto.</p>	<p><u>Variable dependiente</u> Agua para consumo humano Límites Máximos Permisibles que aprueba el D.S N°</p>	<p><u>MUESTRA</u> El tipo de muestras será instantáneo e integrado en la captación, reservorio y en la primera y última vivienda consumidora de agua del Sector de Tunahuiri Grande del Centro Poblado de Ichu, distrito de Puno- 2023.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Decreto Supremo N° 0312010-SA, Reglamento de calidad de agua para consumo humano. Norma Técnica Resolución Directoral 160-2015-DIGESA/SA protocolo de procedimientos para la toma de
<p><u>P. ESPECÍFICO 3</u> ¿Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano, excederán los Límites Máximos Permisibles establecidos en el</p>	<p><u>O. ESPECÍFICO 3</u> Comparar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua para consumo humano del Sector Tunahuiri Grande Centro Poblado de Ichu - Puno, con los</p>	<p><u>H. ESPECÍFICA 3</u> Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua para consumo humano del Sector Tunahuiri Grande Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles</p>			

D.S. N° 031-2010-SA?	Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.	establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.	031-2010-S A	muestras preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción del agua para consumo humano.
-------------------------	--	--	-----------------	--

Anexo 02: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (RD. 160-215-DIGESA)

MINISTERIO DE SALUD

No.160-2015/DIGESA/SA



Resolución Directoral

Lima, 24 de Setiembre del 2015.

Visto, el Expediente n.º 39212-2015-DI, y los informes números 2163-2015/DSB/DIGESA, y 2608-2015/DSB/DIGESA, de la Dirección de Saneamiento Básico e Informe n.º 00310-2015/ELV/DG/DIGESA, de la Dirección General de Salud Ambiental;

CONSIDERANDO:

Que, mediante informes números 2163-2015/DSB/DIGESA y 2608-2015/DSB/DIGESA, la Dirección de Saneamiento Básico ha informado que resulta necesario contar con disposiciones de carácter general, que permitan a las personas del sector salud la toma, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales, en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA; en efecto, se asegurará la representatividad e invariabilidad de las muestras;

Que, al respecto, el artículo 9 del Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, establece que la Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones de Salud (DISA) en el caso de Lima, según corresponda;

Que, asimismo, el numeral 4 del artículo 9 del citado Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano, señala como función de la Dirección General de Salud Ambiental elaborar guías y protocolos para el monitoreo y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano;

Que, en ese sentido, la Dirección de Saneamiento Básico de la Dirección General de Salud Ambiental elaboró y propuso la aprobación del documento técnico "Protocolo de



E. GIL



M. SAAVEDRA



E. LÓPEZ



P. NAVARRO



E. QUICHIZ





PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

PROTOCOLO DE PROCEDIMIENTOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN, TRANSPORTE ALMACENAMIENTO Y RECEPCIÓN DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO



E. VIEYO



E. GIL



S. TANG



F. QUICHIZ



P. RETUERTO

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.s.d.pe

Cal e Las Ame colas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERU

Ministerio
de Salud

Oficina General
de Laboratorios

consumidor, con la finalidad de proteger la salud de los consumidores en cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles del Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

6.2. CONSIDERACIONES

6.2.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA MUESTREO

Se debe verificar antes de realizar la toma de muestra que se cuenta con todo lo necesario para efectuar dicha labor.

a) Materiales

- Tablero
- Fichas de campo
- Libreta de campo
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Papel secante (tissue)
- Plumón indeleble
- Frasco de vidrio borosilicato de 500 mL autoclavado en el Laboratorio (*)
- Frasco de vidrio de 1L (*)
- Frascos de plástico de boca ancha, con cierre hermético de primer uso de 500 mL, 1 L (*)
- Envases para muestras hidrobiológicas transparentes o blancos de 4L y 20L (que permitan observar la correcta tonalidad del preservante) (*)
- Guantes descartables
- Reactivos para preservar muestras
- Gotero
- Agua destilada
- Bolsas de poliburbujas u otro material para evitar roturas de los frascos
- Cordón de nylon
- Caja térmica
- Ice pack

(*) Las características de los frascos de muestreo están especificadas en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

b) Equipos

- Cámara fotográfica
- GPS
- Medidor Multiparamétrico
- Comparador de Cloro
- Turbidímetro

Verificar la operatividad y calibración de los equipos portátiles (GPS, Multiparamétrico, Turbidímetro) antes del inicio del trabajo de campo, de acuerdo a las especificaciones técnicas del fabricante.

c) Indumentaria de Protección

- Zapatos de seguridad
- Gorra con el logotipo de la institución.



www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica [511] 621-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

DIRECCIÓN GENERAL
DE SALUD AMBIENTAL

- Chaleco con el logotipo de la institución.
- Pantalón
- Impermeable
- Casaca con el logotipo de la institución

6.2.1.1. Consideraciones Generales

- Preparar los frascos a utilizar en el muestreo, de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.
- El frasco para muestras microbiológicas debe ser estéril de vidrio neutro no tóxico, con tapa protectora con cierre hermético, de 500mL de capacidad que será proporcionado por el laboratorio de control ambiental.
- Los frascos para muestras microbiológicas no deben ser abiertas hasta el momento del muestreo y no serán enjuagados, debe destaparse el menor tiempo posible, evitando el ingreso de sustancias extrañas que puedan alterar los resultados.
- El análisis físico químico, microbiológico, parasitológicos e hidrobiológicos, carecen de valor si las muestras analizadas no han sido recolectadas, preservadas, conservadas, transportadas, almacenadas e identificadas debidamente.



6.2.2. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, del Ministerio de Salud, define los lineamientos a partir de los cuales la Autoridad Sanitaria, determina la ubicación de los puntos de muestreo, toma de muestras y frecuencias, en el marco de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

Se debe programar la ubicación y número de muestras a tomar, previo estudio de las facilidades de acceso y medio de transporte hasta el punto de muestreo.

La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

a) Puntos fijos. Se deben localizar los siguientes puntos fijos de muestreo:

- En la captación

El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Así mismo, si el sistema de abastecimiento de agua cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se hace por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas del tipo superficial o subterráneo.

- A la salida del sistema de tratamiento de agua

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa10.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Directorado General
de Epidemiología y
Prevención de Riesgos

El punto de muestreo debe localizarse a la salida del sistema de tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento ha sido sometida a procesos de tratamiento físicos y químicos, para hacerla inocua. Este punto de recolección de la muestra, debe ser representativa del agua tratada (grifo de muestreo en tubería de salida de agua, cisterna de agua tratada, etc.)

- A la salida de la infraestructura(s) de almacenamiento (reservorio(s))

El punto de muestreo debe localizarse en el grifo de la tubería de salida del/los reservorio(s), de no existir accesorio (grifo o válvula) para la toma de muestras; el punto debe ubicarse en un grifo de la vivienda más cercana al/los reservorio(s), que se abastece de la red de distribución. En sistemas de gravedad o bombeo sin tratamiento, es imprescindible establecer este punto de muestreo, por ser representativa del agua tratada. De existir más de un reservorio, establecer puntos de muestreo en cada uno de ellos, delimitando sus áreas de servicio para que no se superpongan. En el muestreo no se considerará reservorios flotantes.



- En las áreas intermedias y extremos más alejados de la red de distribución

En una red abierta, el/los punto(s) fijos de muestreo estará ubicado en áreas intermedias de la red de distribución y en ramales al final de ellas, teniendo en consideración, el recorrido de agua más largo.

Si la red es cerrada, el/los punto(s) de muestreo estará ubicado en áreas intermedias de la red de distribución y en extremos de ella: al ingreso de la red, en el punto más bajo de la red, en el punto más alejado de la red, teniendo en cuenta el recorrido más largo del agua para llegar a la periferia de la red. Si la red de distribución tiene más de una zona de servicio, se debe considerar para cada zona el recorrido más largo del agua desde el punto de entrada a la zona hasta su periferia, considerando su configuración.



- b) **Puntos de interés colectivo.** Se deben localizar otros puntos de muestreo teniendo en cuenta que deben representar el funcionamiento hidráulico del sistema de distribución de agua en su conjunto y en sus principales componentes, a saber:

- En las redes de distribución sectorizadas se debe determinar al menos un punto de muestreo por cada entrada de agua al sector correspondiente.

El sector podrá estar delimitado por:

- ✓ Tipo de fuente (superficial, subterránea o mixta)
- ✓ Zonas de presión (hasta 50 metros)

- En los sectores de mayor riesgo de sistema de distribución por posible contaminación del agua para consumo humano

Se trata de aquellos sectores del sistema de distribución que se definen como de mayor riesgo de contaminación del agua por baja presión, presión



www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Américas N° 350
Urb. San Eugenio, Linces - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

Para el caso de aguas superficiales (con excepción de las estructuras tipo barraje), remover todo tipo de malezas, residuos y/o deshechos de la rejilla, malla o canastilla salida.

• **Reservorios y Cisternas:**

- Remueva todo tipo de residuos ubicados alrededor de la tapa con la ayuda de una escobilla.
- Remueva la tapa cuidadosamente, teniendo la precaución de que no caiga al interior ningún tipo de residuo.



• **Grifos o caños**

- Se elige un grifo que este conectado directamente con una cañería de distribución, es decir, que el ramal del grifo no este comunicado con tanques domiciliarios, filtros, ablandadores u otros artefactos similares. Tampoco conviene extraer muestras de grifos colocados en puntos muertos de la cañería.
- Remueva cualquier dispositivo ajeno al grifo, como pedazos de manguera y otros objetos.
- Verifique que no existan fugas a través de los sellos o empaquetaduras del caño. De existir fugas, deberán ser reparadas antes de tomar una muestra o seleccionar otro lugar de muestreo.
- Desinfectar el grifo interna y externamente previa a la toma de muestra con algodón o hisopo con hipoclorito de sodio (100 mg NaOCl/L) ó alcohol al 70%.
- Abra la llave y deje que el agua fluya durante dos a tres minutos, antes de tomar la muestra. Este procedimiento limpia la salida y descarga el agua que ha estado almacenada en la tubería.
- Cuando se tomen muestras de grifos mezcladores, se retirarán los filtros, protectores contra salpicaduras y demás accesorios semejantes; se deberá correr el agua caliente durante 2 minutos, después el agua fría durante 3 minutos, se realizará la toma de muestra de la forma anteriormente señalada.

• **Pozos o reservorios de almacenamiento (En caso no tuviera acceso, grifo o caño o purga).**

- Asegure un cordón de nylon de muestreo por medio del sujetador situado en un extremo del cable.
- Si fuera necesario, puede añadir otro pedazo de cordel o soguilla al cable para alcanzar el nivel de agua deseado.
- Tenga mucho cuidado de no perder el frasco de muestreo al realizar esta operación.
- Coloque el frasco de muestreo en el pozo o reservorio, teniendo cuidado de no rozarlo contra las paredes de la estructura.
- Permita que el frasco de muestreo se sumerja alrededor de 30 centímetros.
- Retire el frasco de muestreo del pozo con cuidado.

b) **Consideraciones para la medición de parámetros de campo:**

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- De acuerdo al Decreto Supremo n.º 031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para consumo humano, corresponde evaluar los siguientes parámetros de campo: Cloro Residual Libre, Turbiedad, Conductividad, pH y Temperatura.

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa.sld.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 631-4430

Anexo 03: Límites máximos de parámetros microbiológicos D.S. N° 031-2018-SA

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

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

ANEXO 04: LÍMITES MÁXIMOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS D.S. N° 031-2018-SA

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

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Anexo 05: Hojas de cadena de custodia

ANEXO N° 02: FICHA DE DATOS DE CAMPO

1) No. Ficha de Campo	001	2) Nombre de Red de Salud	3) Nombre de micro Pied de Salud		7) Población de la localidad	117	
4) Nombre del Programa de Muestreo	Muestreo de agua de consumo humano	5) Dirección de Sist. de Agua Potable	no	6) Nombre del Sistema de Agua Potable	Red de abastecimiento de agua para consumo humano del Sector Huancabamba	8) Población servida	80
9) Departamental	PUNO	11) Distrito	Grupo	12) Nombre EESS	13) Fecha de Planificación	28-12-2009	
10) Provincial	PUNO	12) Localidad	Sector Huancabamba	del Centro Urbano de VCU	14) Firma		
13) Muestreador (nombre y apellido)	Miguel Cava Caceres Huacacho						

Codigo de Campo	Fecha de Muestreo (hora y día)	Hora de Muestreo (en horas)	Origen de la Muestra	Punto de Muestreo	Parámetros medidos en campo						Tipo de Muestra			Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)			Conductividad (µS/cm)			Tipo de Fuente hídrica aprovechada (Llevar en caso el "Origen de la Muestra" sea Caudalero o Fuente hídrica)	Coordenadas del Punto de Muestreo																																																											
					PH	Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Turbiedad (UNT)	Color Residual (mg/L)	Microbiológico	Fisico Químico	Metas Pesadas	Conductividad en el punto de muestreo (µS/cm)		Este	Norte	Altimétrico (Segun estándar del Instituto Geográfico Nacional)	34) Zona UTM	Este	Norte																																																													
PM-1	28-12-2009	10:25	Fuente de Captación de agua	PM-1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
PM-1	28-12-2009	10:25	Fuente de Captación de agua	PM-1	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Observaciones: El punto de muestreo de Captación de agua PM-1, se encuentra en la zona de captación de agua N° 01 del Sector Huancabamba Grande a una altura de 4150 msnm. Debe mantenerse el área a fin de evitar cualquier tipo de contaminación cruzada en las muestras, por eso mismo debe indicar que no se presenten precipitaciones, vientos, ni otros obstáculos que puedan afectar las muestras.


RESPONSABLE DEL MONITOREO
NOMBRE Y APELLIDO

NOTA: La presente información recabada corresponde al punto de muestreo PM-1 (fuente de captación de agua N° 01).

ANEXO N° 02: FICHA DE DATOS DE CAMPO

1) No. Ficha de Campo 002	2) Nombre de Red de Salud —	3) Nombre de micro Red de Salud —	4) Nombre del Programa de Monitoreo Muestreo de agua de consumo humano	5) Disponibilidad de Agua Potable no <input checked="" type="checkbox"/>	6) Nombre del Sistema de Agua Potable Consumo humano del Sector Turmuque Grande	7) Población de la localidad 117
8) Dependencia Ruro	11) Distrito Ruro	12) Localidad Sector Turmuque Grande del Centro Poblado de Ichu	13) Nombre EESS —	14) Fecha de Reporte 12/02/2023	15) Firma <i>[Firma]</i>	8) Cód. de acción servida B.C
9) Puntaje Ruro	10) Localidad Hidro Ciro Cocco Huayta	16) DN 49647449	17) Zona —	18) Fecha de Reporte 12/02/2023	19) Zona UTM 400712 E242001	9) Tipo de Fuente —
10) Fecha de Muestreo 08-08-2023	11) Hora de Muestreo 11:25	12) Origen de la Muestra Muez	13) Puntos de Muestreo PM-2	14) Tipo de Muestra Físico Químico	15) Tipo de Fuente Captación	16) Coordenadas del Punto de Muestreo 400712 E242001
15) Hora de Muestreo 11:31	16) Puntos de Muestreo PM-2	17) Origen de la Muestra Fuente de Captación de agua N° 2	18) Tipo de Muestra Físico Químico	19) Tipo de Fuente Captación	20) Coordenadas del Punto de Muestreo 400712 E242001	21) Observaciones El punto de muestreo de calidad de agua PM-2 se encuentra en la fuente de captación de agua N° 02 del Sector Turmuque Grande a una altura de 4125 msnm. Debe mantenerse el área a fin de evitar cualquier tipo de contaminación cruzada sobre los muestreos, así mismo cabe indicar que, no se presionó precipitaciones, vientos, ni otros obstáculos que puedan afectar la muestra de agua.

[Firma]

RESPONSABLE DEL MONITOREO
NOMBRE Y APELLIDO

NOTA: La presente información recabada corresponde al PM-2 (fuente de captación de agua N° 02).

ANEXO N° 02: FICHA DE DATOS DE CAMPO

1) No. Ficha de Campo 0005	2) Nombre de Red de Salud —	3) Nombre de micro Red de Salud —	4) Número del Programa de Monitoreo Muestras de agua de consumo humano	5) Disponibilidad de Agua Potable no <input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/>	6) Nombre del Sistema de Agua Potable Red de abastecimiento de agua para consumo humano del Sector Turístico Grande	7) Población de la localidad 117
8) Coordinador Rocio	9) Localidad Cajamarca	10) Distrito Rano	11) Dpto. Cajamarca	12) Localidad del Centro de Salud Cajamarca	13) Nombre EESS —	14) Fecha de Reporte (dd/mm/aa) 12-28-2023
15) Fecha de Muestreo 20-23-23	16) Hora de Muestreo 08:00	17) Origen de la Muestra Muestra 1	18) Puntos de Muestreo Muestra 1	19) Localidad de Muestreo Cajamarca	20) Tipo de Muestra Físico Químico	21) Tipo de Fuente hídrica Reservorio
22) Código de Campo PM-3	23) Hora de Muestreo 08:00	24) Origen de la Muestra Muestra 2	25) Puntos de Muestreo Muestra 2	26) Localidad de Muestreo Cajamarca	27) Tipo de Muestra Físico Químico	28) Tipo de Fuente hídrica Reservorio
29) Fecha de Muestreo 20-23-23	30) Hora de Muestreo 08:00	31) Origen de la Muestra Muestra 3	32) Puntos de Muestreo Muestra 3	33) Localidad de Muestreo Cajamarca	34) Tipo de Muestra Físico Químico	35) Tipo de Fuente hídrica Reservorio
36) Fecha de Muestreo 20-23-23	37) Hora de Muestreo 08:00	38) Origen de la Muestra Muestra 4	39) Puntos de Muestreo Muestra 4	40) Localidad de Muestreo Cajamarca	41) Tipo de Muestra Físico Químico	42) Tipo de Fuente hídrica Reservorio

1) Observaciones: El punto de muestreo de la Calidad de agua PM-3, Se encuentra en el almacenamiento de agua (Reservorio) del Sector Turístico Grande a una altura de 4081 msnm. Debe asegurarse que antes de la toma de muestra se asegure el área con el objeto de evitar cualquier tipo de contaminación. Se debe asegurar que no se presente precipitación, vientos fuertes, ni otros obstáculos que afecten las muestras.



RESPONSABLE DEL MONITOREO
NOMBRE Y APELLIDO

NOTA: La presente información recabada corresponde al PM-3 (almacenamiento de agua-reservorio).

ANEXO N° 02: FICHA DE DATOS DE CAMPO

1) No. Fecha de Campo 004	2) Nombre de Red de Salud —	3) Nombre de micro Red de Salud —	4) Nombre del Programa de Monitoreo Muestreo de Agua para Consumo Humano del Sector Turbante Grande	5) Disponibilidad de Agua Potable no <input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/>	6) Nombre de Sistema de Agua Potable —	7) Población de la localidad 117										
8) Lugar anterior Puno	11) Distrito Yano	13) Nombre EESS —	14) Fecha de Reporte (dd/mm/aa) 20-12-2023	17) Firma —												
9) Provincial Puno	12) Localidad Sector Turbante Grande del Centro Poblado de Yano	15) DM —	16) Fecha de Reporte (dd/mm/aa) 20-12-2023													
Código de Campo	Fecha de Muestreo (dd/mm/aa)	Hora de Muestreo (hh:mm:ss)	Origen de la Muestra	Parámetros medidos en campo						Tipo de Muestra	Continuidad del Servicio en el punto de muestreo (h/día)	Tipo de Fuente hídrica aprovechada (Llenar en caso el "Origen de la Muestra" sea Captación o Fuente hídrica)	Coordenadas del Punto de Muestreo (Según estándar del Instituto Geográfico Nacional)			
				PH	Temperatura (°C)	Conductividad (µscm)	Turbiedad (UNT)	Cloro Residual (mg/L)	Microbiológico					Físico Químico	Metas Pesados	
PM-4	06/12/2023	15:43	Vivienda intermedia de la Red de distribución de agua	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34) Zona UTM: Easting: 400719 Northing: 400219	35	36

Observaciones: El punto de muestreo de calidad de agua PM-4 se encuentra en la vivienda intermedia de la red de distribución de agua del Sector Turbante Grande a una altura de 4007 m.s.n.m. Debe mencionarse que antes de la toma de muestra se aseguró el área a fin de evitar cualquier tipo de contaminación cruzada sobre los muestreos. Así mismo, debe mencionarse que no se presentaron precipitaciones, vientos, ni otros factores climáticos que puedan afectar los muestreos.

RESPONSABLE DEL MONITOREO
NOMBRE Y APELLIDO

NOTA: La presente información recabada corresponde al PM-4 (vivienda intermedia de la red de distribución de agua).

ANEXO N° 02: FICHA DE DATOS DE CAMPO

1) No. Ficha de Campo	0015	2) Nombre de Rec. de Salud	---	3) Nombre de micro Red de Salud	---
4) Nombre del Programa de Muestreo	Muestreo de agua de consumo humano	5) Disponibilidad de Agua Potable	no <input checked="" type="checkbox"/> sí <input type="checkbox"/>	6) Nombre del Sistema de Agua Potable	Red de abastecimiento de agua para consumo humano del S. Comunal de S. Tonshuatillo
7) Departamento	Cusco	11) Distrito	POCO	13) Nombre EESS	---
8) Proveniencia	POCO	12) Localidad	San Antonio	14) Fecha de Reporte preliminar	28-11-2023
9) Municipio	POCO	16) Ciro Ccaho Huayta		15) Firma	
10) Municipio	POCO			17) Firma	

Fecha de Muestreo (d/m/a)	Hora de Muestreo (en horas)	Mora de Muestreo (en minutos)	Código de Campo	Punto de Muestreo	Parámetros medidos en campo						Tipo de Muestra	Coordenadas del Punto de Muestreo (Segun estándar del Instituto Geográfico Nacional)				
					Temperatura (°C)	Conductividad (µS/cm)	Turbiedad (UNT)	Color Residual (mg/l)	Microbiológico	Físico Químico			Métodos Pesados	Contenido del Servicio en el punto de muestreo (litros)	Tipo de Fuente hídrica aprovechada (Llenar en caso el "Origen de la Muestra" sea Captação a Fuente Hídrica)	
24/11/2023	8:00 am	15 min	PM-5	El punto de muestreo de calidad de agua PM-5/54 encuentra en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua potable a una altura de 3637 msnm. Cabe resaltar que antes del muestreo se aseguró el buen estado de la red de distribución de agua potable con un sistema de bombeo que garantiza la presión adecuada en el punto de muestreo. Cabe señalar que no se observó presencia de insectos, ni otros factores climáticos que pudieran afectar los resultados.	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36
24/11/2023	8:00 am	15 min	PM-5	El punto de muestreo de calidad de agua PM-5/54 encuentra en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua potable a una altura de 3637 msnm. Cabe resaltar que antes del muestreo se aseguró el buen estado de la red de distribución de agua potable con un sistema de bombeo que garantiza la presión adecuada en el punto de muestreo. Cabe señalar que no se observó presencia de insectos, ni otros factores climáticos que pudieran afectar los resultados.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24/11/2023	8:00 am	15 min	PM-5	El punto de muestreo de calidad de agua PM-5/54 encuentra en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua potable a una altura de 3637 msnm. Cabe resaltar que antes del muestreo se aseguró el buen estado de la red de distribución de agua potable con un sistema de bombeo que garantiza la presión adecuada en el punto de muestreo. Cabe señalar que no se observó presencia de insectos, ni otros factores climáticos que pudieran afectar los resultados.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24/11/2023	8:00 am	15 min	PM-5	El punto de muestreo de calidad de agua PM-5/54 encuentra en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua potable a una altura de 3637 msnm. Cabe resaltar que antes del muestreo se aseguró el buen estado de la red de distribución de agua potable con un sistema de bombeo que garantiza la presión adecuada en el punto de muestreo. Cabe señalar que no se observó presencia de insectos, ni otros factores climáticos que pudieran afectar los resultados.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
24/11/2023	8:00 am	15 min	PM-5	El punto de muestreo de calidad de agua PM-5/54 encuentra en la vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua potable a una altura de 3637 msnm. Cabe resaltar que antes del muestreo se aseguró el buen estado de la red de distribución de agua potable con un sistema de bombeo que garantiza la presión adecuada en el punto de muestreo. Cabe señalar que no se observó presencia de insectos, ni otros factores climáticos que pudieran afectar los resultados.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

RESPONSABLE DEL MONITOREO
NOMBRE Y APELLIDO

NOTA: La presente información recabada corresponde al PM-5 (vivienda extrema más alejada de la red de distribución de agua).

Anexo 06: Resultados de los parámetros fisicoquímicos del laboratorio



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS FISICO- QUIMICO DE AGUA

PROCEDENCIA : Sector Tunuhuin – Distrito de Puno, Región de Puno
 INTERESADO : LID A CIRA CCAPA HUAYTA
 MOTIVO : ANALISIS FISICO - QUIMICO
 FECHA DE MUESTREO : 28/12/2023 (por la interesado)
 FECHA DE ANALISIS : 29/12/2023.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

		M1	M2	M3	M4	M5
Color	Pt/Co	14	14	12	11	13
Olor	...	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sabor	...	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable

CARACTERÍSTICAS FISICOS:

		M1	M2	M3	M4	M5
pH		7.26	6.50	7.06	7.26	6.83
C.E.	mS/cm	0.14	0.20	0.15	0.14	0.15
T.°C°		14.15	14.20	14.65	14.98	14.76
Turbidez	UNT	0.0012	0.0012	0.0013	0.0015	0.0013

CARACTERÍSTICAS QUIMICAS:

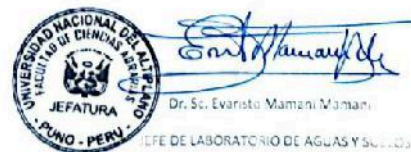
Dureza total (como CaCO ₃)	mg/L	117.80	319.20	269.80	258.40	171.00
Alcalinidad (como CaCO ₃)	mg/L	66.54	110.90	55.48	66.54	77.68
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/L	11.35	8.51	5.67	8.51	11.30
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/L	60.00	42.00	68.00	8.00	62.00
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/L	13.68	36.00	25.80	25.84	31.92
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02
Magnesio (como Mg ⁺)	mg/L	20.7	54.10	49.52	46.77	22.01
Sólidos Disueltos Totales	g/L	0.07	0.10	0.08	0.07	0.08

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones liquido por lo tanto los resultados seran interpretados en el área correspondiente.

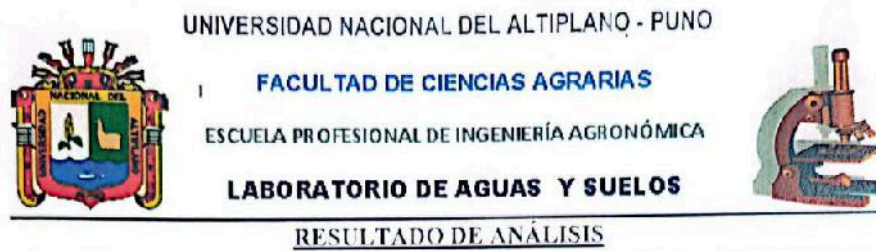


Analista
 Lic. Renato Ferrnandez Callospaza
 ANALISTA DE LOS COMITÉ DE CALIDAD DE AGUA
 PLANTAL ESPECIALIZADO DE ANÁLISIS Y FERTILIZANTES



JEFATURA
 Dr. Sc. Evaristo Mamani Mamani
 JEFE DE LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS

Anexo 07: Resultados de los parámetros microbiológicos del laboratorio



ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROCEDENCIA : SECTOR TUNUHUIRI, DISTRITO PUNO, PROVINCIA PUNO, DEPARTAMENTO PUNO
INTERESADO : LIDIA CIRA CCAPA HUAYTA
MOTIVO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO, (muestreado por el interesado)
FECHA DE MUESTREO : 28/12/2023
FECHA DE ANALISIS : 29/12/2023

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PUNTO DE MUESTREO	UBICACIÓN	UNIDAD	RESULTADOS	
			Coliformes Totales	Coliformes Termotolerantes
PM-1	ESTE : 0400712	NMP/100ml	75	23
	NORTE : 8241876			
PM-2	ESTE : 0400745	NMP/100ml	150	23
	NORTE : 8242001			
PM-3	ESTE : 0400891	NMP/100ml	95	15
	NORTE : 8242635			
PM-4	ESTE : 0400719	NMP/100ml	7.2	3.6
	NORTE : 8242678			
PM-5	ESTE : 0400303	NMP/100ml	290	93
	NORTE : 8243714			

INTERPRETACION:

El agua analizada es en liones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.





 María C. Reyes Ciruela
BIOLOGO
 C.O.P. 11900

Anexo 08: Panel fotográfico



Figura 09: Equipo comparador de Cloro Residual.



Figura 10: Desinfección del grifo interna y externamente previo a la toma de muestra.



Figura 11: Pastilla reactiva de cloro libre DPD1 (N,Ndietyl p-fenileno-diamina) en la muestra de agua.



Figura 12: Comparación de la reacción inmediata del reactivo DPD1 en el PM-5, con el equipo comparador de cloro.



Figura 13: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-5 correspondiente a la vivienda extrema más alejada de la red de distribución del agua.



Figura 14: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-5.



Figura 15: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-4 correspondiente a la vivienda intermedia de la red de distribución del agua.



Figura 16: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-4.

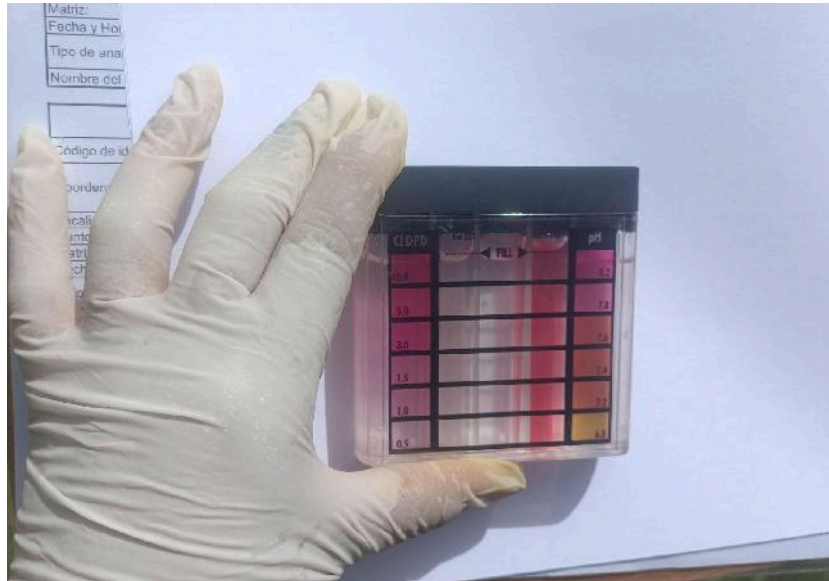


Figura 17: Comparación de la reacción inmediata del reactivo DPD1 del PM-1 correspondiente a la fuente de captación de agua N^a 1, con el equipo comparador de cloro.



Figura 18: Toma de muestra de agua para el análisis microbiológico del PM-1 (fuente de captación de agua N^a 1).



Figura 19: Toma de muestra de agua para el análisis fisicoquímico del PM-1.



Figura 20: Muestras de agua tomadas en el PM-1, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



Figura 21: Toma de muestra de agua en el frasco de vidrio esteril neutro en el PM-2 correspondiente a la fuente de captación de agua N° 2.



Figura 22: Muestras de agua tomadas en el PM-3, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



Figura 23: Muestras de agua tomadas en el PM-4, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



Figura 24: Muestras de agua tomadas en el PM-5, para el análisis en el laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



Figura 25: Conservación de las muestras de agua tomadas, para el traslado al laboratorio.