

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS Y
FISICO-QUÍMICOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO
HUMANO, EN LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL, ZONA 4 TOTORANI -
ALTO PUNO - 2022.**

PRESENTADA POR:

JUAN GABRIEL MARCA AÑASCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2023



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#)

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

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS Y
FISICO-QUÍMICOS DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO,
EN LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL, ZONA 4 TOTORANI - ALTO PUNO - 2022.**

PRESENTADA POR:

JUAN GABRIEL MARCA AÑASCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

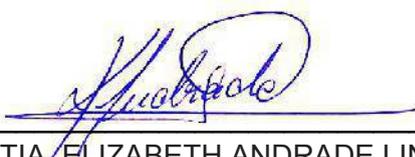
:



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreos Ambientales, Ecosistemas Acuáticos.

Puno, 13 de Marzo de 2023

DEDICATORIA

Especialmente a mi madre Julia Sabina Añasco Humpiri, por su coraje, dedicación y amor incondicional a lo largo de mi vida, así como su apoyo para poder cumplir mis sueños.

A mis hermanos (Sayda, Silvia, Walter, Katia y Erika), por ser fuente de inspiración y alentarme a cumplir mis objetivos.

A mi tía Hermelinda Añasco Humpiri, por sus consejos y apoyo que contribuyeron al desarrollo de mi carrera profesional.

JUAN GABRIEL

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Mater, la Universidad Privada San Carlos y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, por inculcarme sabiduría y conocimientos en el crecimiento y formación profesional.

A los miembros del jurado: Presidente Dr. Leon Apaza Esteban Isidro; Primer Miembro Mg. Andrade Linarez Katia Elizabeth; Segundo Miembro Msc. Cusi Montesinos Marlene, por sus consejos y sugerencias acertadas que hicieron posible esta investigación.

A mi asesor Mg. Cano Ojeda Julio Wilfredo, por su orientación y sabios consejos en la redacción de la presente.

A los habitantes de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, por darme las facilidades del caso, para la recopilación de datos y hacer posible esta tesis.

A todos mis amigos que me apoyaron directa o indirectamente en la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1.1. PROBLEMA GENERAL.	15
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. INTERNACIONALES	16
1.2.2. NACIONALES	19
1.2.3. REGIONALES Y LOCALES	24
1.3. OBJETIVOS	27
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	27
	3

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	27
-----------------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	28
2.1.1. AGUA	28
2.1.2. CALIDAD DE AGUA	28
2.1.3. CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO	29
2.1.4. AGUA SUBTERRÁNEA	29
2.1.5. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	29
2.1.6. PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS	30
2.1.6.1. COLIFORMES TOTALES	30
2.1.6.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES	31
2.1.7. PARÁMETROS FISICOQUÍMICAS	31
2.1.7.1. TURBIDEZ	31
2.1.7.2. PH	31
2.1.7.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	32
2.1.7.4. TEMPERATURA	32
2.1.7.5. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)	32
2.1.7.6. DUREZA TOTAL	32
2.1.7.7. CLORUROS	33
2.1.7.8. SULFATOS	33
2.1.8. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PERÚ	33

2.1.8.1. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - D.S. N°031-2010-SA.	33
2.1.8.2. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano – R.D. N° 160- 2015-DIGESA-SA.	36
2.2. MARCO CONCEPTUAL	36
2.3. HIPÓTESIS	38
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	38
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	38

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE ESTUDIO

3.1. ZONA DE ESTUDIO	39
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	40
3.2.1. POBLACIÓN	40
3.2.2. MUESTRA	40
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	42
3.3.1. MÉTODO	42
3.3.1.1. METODOLOGÍA	42
3.3.2. TÉCNICA	43
3.3.3. MATERIALES	43
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	44
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	46

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. POR OBJETIVO ESPECÍFICO (1)	47
4.1.1. COLIFORMES TOTALES	48
4.1.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA COLIFORMES TOTALES	49
4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES	51
4.2. POR OBJETIVO ESPECÍFICO (2)	52
4.2.1. TURBIEDAD	52
4.2.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA TURBIEDAD	53
4.2.2. TEMPERATURA	54
4.2.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	55
4.2.3.1. PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	56
4.3. POR OBJETIVO ESPECÍFICO(3)	58
4.3.1. pH	58
4.3.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA pH	59
4.3.2. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS(TDS)	61
4.3.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA STD	62
4.3.3. DUREZA TOTAL	63
4.3.3.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA DUREZA TOTAL	64
4.3.4. CLORUROS	65
4.3.4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CLORUROS	66
4.3.5. SULFATOS	67
4.3.5.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA SULFATOS	68
4.3.6. CLORO RESIDUAL	69

4.4. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS	70
4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	70
4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	70
CONCLUSIONES	72
RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y parasitológicos	34
Tabla N° 02: Límites Máximos Permisibles de los Parámetros de calidad Organoléptica	35
Tabla N° 03: Ubicación de los puntos para muestrear	41
Tabla N° 04: OPERACIÓN DE VARIABLES	45
Tabla N° 05: Resultados de análisis bacteriológicos	48
Tabla N° 06: Prueba T para una muestra coliformes totales	50
Tabla N° 07: Resultados de análisis Físicos	52
Tabla N° 08: Prueba T para una muestra - turbiedad	54
Tabla N° 09: Prueba T para una muestra - conductividad	57
Tabla N° 10: Resultados análisis Químicos	58
Tabla N° 11: Prueba T para una muestra - pH	60
Tabla N° 12: Prueba T para una muestra - Sólidos Totales Disueltos	62
Tabla N° 13: Prueba T para una muestra - Dureza total	64
Tabla N° 14: Prueba T para una muestra - cloruros	66
Tabla N° 15: Prueba T para una muestra - sulfatos	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
	.
Figura N° 01: Zona de Estudio Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani	40
Figura N° 02: Ubicación de los Pozos a Muestrear	41
Figura N° 03: Resultados de coliformes totales	49
Figura N° 04: Resultados de coliformes termotolerantes	51
Figura N° 05: Resultados de turbiedad	53
Figura N° 06: Resultados de temperatura de laboratorio	55
Figura N° 07: Resultados de conductividad	56
Figura N° 08: Resultados de potencial de hidrógeno(pH)	59
Figura N° 09: Resultados de sólidos totales disueltos (TDS)	61
Figura N° 10: Resultados de dureza total (CACO3)	63
Figura N° 11: Resultados de cloruros	65
Figura N° 12: Resultados de sulfatos	67
Figura N° 13: Resultados de cloro residual	69

INDICE DE ANEXOS

	Pág
	.
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	81
Anexo N° 02: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para el consumo humano	84
Anexo N° 03: Resultados de laboratorio DIRESA - PUNO	95
Anexo N° 04: Registro Fotográfico	97

RESUMEN

El crecimiento poblacional tiene como efecto la expansión urbana, siendo el recurso hídrico importante para su desarrollo, por ello es necesario conocer la calidad del agua, en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno, donde viven 40 familias las cuales se abastecen de agua subterránea. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal evaluar los parámetros bacteriológicos y físico-químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación D.S. N° 031-2010-SA. Con esta finalidad, el tipo de investigación fue descriptivo - correlacional, el diseño de investigación no experimental, transversal, para la interpretación de datos se utilizó el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para el consumo humano N° 160-2015/DIGESA/SA y el reglamento de calidad de agua para consumo humano decreto supremo N° 031-2010 SA, realizando cuatro(4) muestras, se utilizó la t-student para la interpretación estadística. Siendo los resultados promedio para los parámetros bacteriológicos: en coliformes totales 14516 UFC/mL. que exceden los LMP; mientras que en coliformes termotolerantes no existe presencia. Para los parámetros físicos: en turbiedad 4.71 UNT, en temperatura 14.5 °C y en conductividad eléctrica 271.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$. no exceden los LMP. Para los parámetros químicos: en pH 6.86, en sólidos totales disueltos(TDS) 198.93 mg/L., en dureza total 89.8 mg/L., en cloruros 13.7 mg/L., en sulfatos 31.63 mg/L. no exceden los LMP; por lo que se concluyó, que el agua no es apta para consumo humano debido a la presencia excesiva de coliformes totales, debiendo pasar un tratamiento de potabilización.

Palabras clave: Agua subterránea, consumo humano, bacteriológico , físico, químico.

ABSTRACT

Population growth has the effect of urban expansion, the development of water resources being important, therefore it is necessary to know its quality, in the Magisterial Urbanization zone 4 Totorani - Alto Puno live 40 families which are supplied with groundwater. The main objective of this research work is to evaluate the bacteriological and physical-chemical parameters of groundwater for human consumption in the Magisterial Urbanization zone 4 Totorani - Alto Puno - 2022, in relation to D.S. N° 031-2010-SA. For this purpose, the type of research was descriptive - correlational, the non-experimental, cross-sectional research design, for the interpretation of data the Protocol of procedures for sampling, preservation, conservation, transport, storage and reception was used. of water for human consumption No.160-2015/DIGESA/SA and the regulation of water quality for human consumption Supreme Decree No. 031-2010 SA, making four (4) samples, the t-student was used for statistical interpretation. Being the average results for the bacteriological parameters: in total coliforms 14516 UFC/mL. that exceed the LMP; while in thermotolerant coliforms there is no presence. For the physical parameters: in turbidity 4.71 UNT, in temperature 14.5 °C and in electrical conductivity 271.75 μ S/cm. do not exceed the LMP. For the chemical parameters: in pH 6.86, in total dissolved solids (TDS) 198.93 mg/L., in total hardness 89.8 mg/L., in chlorides 13.7 mg/L., in sulfates 31.63 mg/L. do not exceed the LMP; Therefore, it was concluded that the water is not suitable for human consumption due to the excessive presence of total coliforms, and must pass a purification treatment.

Keywords: Groundwater, human consumption, bacteriological, physical, chemical

INTRODUCCIÓN

El agua subterránea conforma un recurso esencial tanto para el desarrollo de la vida y para el desarrollo de la sociedad, representa un aproximado del 30 por ciento del agua dulce del planeta, sin embargo, el incremento exponencial de la población en las últimas décadas, la sobreexplotación, el inadecuado uso por actividades antropogénicas, trajo como consecuencia el deterioro de la calidad del agua subterránea para consumo humano, siendo reflejada en sus parámetros bacteriológicos, físicos y químicos.

El motivo para la realización del presente trabajo de investigación, "Determinación de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para el consumo humano, en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022", es tener información verídica, precisa y real del estado actual del agua subterránea que consume la población de la Urbanización zona 4 Totorani - Alto Puno, Este recurso hídrico no es previamente tratado, además de ser un lugar en el que en algunos casos no se cuenta con una infraestructura adecuada para la protección de dichas aguas, además no existe registros para saber si las mismas son aptas para el consumo humano.

Los componentes de esta investigación son los siguientes:

En el capítulo I, se dará a conocer el planteamiento del problema, antecedentes, objetivos, siendo el objetivo general: "Evaluar los parámetros bacteriológicos y físico-químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación al D.S. N° 031-2010-SA". Seguidamente, en el capítulo II, se desarrollará el marco teórico, los conceptos utilizados y las hipótesis propuestas, las que se comprobarán en la investigación. En el capítulo III, se realiza el desarrollo metodológico identificando la zona, tamaño de muestras, métodos y técnicas aplicadas, identificación de variables y método estadístico. Finalmente, en el capítulo IV, el cual gira en torno a los resultados obtenidos, los que se muestran a través de tablas y figuras, así como las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua es un recurso indispensable para los seres humanos, así como para el resto de los animales y resto de seres vivos, el ser humano requiere agua potable idóneo para el consumo humano y para el uso cotidiano doméstico, incluida el aseo personal (Ríos et al., 2017).

El agua subterránea es una fuente indispensable de agua para toda la población mundial, para aquellas que no cuentan con accesibilidad al servicio público de agua o aquellas que tengan un servicio de agua de frecuencia irregular, el agua subterránea se considera una fuente indispensable para el desarrollo de la vida representa un 4% del agua global (Piguave et al., 2019).

Es un elemento fundamental para los derechos humanos el acceso a servicios de agua potable y saneamiento. En Latinoamérica la creciente población urbana y la rápida urbanización asociada a centros urbanos no planificados ha sobrepasado la relación con los suministros de agua de los gobiernos (Ruiz, 2010).

En la ciudad de Puno, el crecimiento poblacional exige la creación de nuevos hogares, como ha sucedido, en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno, en donde, no existe servicio de agua potable, ni de desagüe, por lo que la población obtiene agua

de pozos subterráneos para su consumo. Esta agua no es previamente tratada, por lo que, podría existir contaminación, la que afectaría a la población. Por lo cual, es necesario determinar la calidad del agua subterránea de acuerdo a los parámetros bacteriológicos y físico-químicos, comparándolo con los Límites Máximos Permisibles regulados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S. N° 031-2010-SA.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL.

- ¿Cómo será la concentración de los parámetros bacteriológicos y físico-químicos del agua subterránea para Consumo Humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación D.S. N°031-2010-SA?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- ¿Cuál es la concentración bacteriológica del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación de los Límites Máximos Permisibles?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros físicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno -2022, en relación de los Límites Máximos Permisibles?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación de los Límites Máximos Permisibles?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Díaz & Sarmiento (2018), en su tesis titulada “Evaluación de la calidad de agua en pozos del municipio de Amapala, Valle, Honduras”, cuyos objetivos fueron: i. cuantificar los niveles de intrusión salina en los pozos seleccionados del casco urbano Amapala. ii. caracterizar con base en la normativa nacional, la calidad de agua destinada para consumo humano en los pozos seleccionados del casco urbano. iii. identificar percepciones comunitarias y las implicaciones socioeconómicas asociadas a las condiciones actuales del acceso a agua potable en Amapala. iv. proponer una alternativa local para monitorear la intrusión salina en los pozos del casco urbano; donde se cuenta con 64 pozos en la que se aplicó un muestreo probabilístico discrecional en la que recolectaron 46 muestras, se realizó en 3 campañas una en el 2017 y dos en el 2018, quien concluyó; que el 57.8% cumple con los Límites Máximos Permisibles con un promedio: cloro libre 0.03 mg/L., turbidez 1.57 UNT, pH 6.97, temperatura 28.45 C° Oxígeno Disuelto 5.31 ppm, conductividad 1175 μ S/cm., TDS 415 mg/L, salinidad 597 ppm , cloruros 300 mg/L. y dureza total 181.33 mg/L., excepto los parámetros cloro, salinidad y cloruros, también presentan “elevados niveles de contaminación bacteriana con un promedio: Coliformes totales 10280 NMP/100 mL., Escherichia coli 1659 NMP/100 mL.” en los pozos evaluados, donde representa un riesgo a la salud de los pobladores, aunque este agua esté calificada como agua clara.

Paris et al. (2018), en su artículo científico titulado “Calidad de agua subterránea en el sector centro occidental del municipio Miranda (Estado Zulia, Venezuela)”, cuyo objetivo fue describir la calidad de agua subterránea del sector centro occidental del municipio Miranda; donde se evaluó 32 pozos, y en la que se realizó 3 muestreos con frecuencia de dos meses el cual abarcó entre octubre 2012 y febrero 2013, se concluyó, que sólo 6.2% cumplieron con los Límites Máximos Permisibles, son clasificadas como

aguas subtipo C1, esto según normativa venezolana que son aptas para uso doméstico que pueden ser utilizadas después de un acondicionamiento por procesos de potabilización convencional; el tratamiento de potabilización es un criterio importante para el consumo de agua subterránea, pues el agua es vulnerable a la contaminación por patógenos.

Muños (2020), en su tesis titulada “Evaluación de la calidad del agua subterránea de Riobamba mediante el índice de calidad de agua ICA-NFS”, cuyo objetivo principal fue evaluar la calidad del agua subterránea de riobamba mediante la metodología ICA-NSF, donde se obtiene agua del pozo artesiano San Pablo, el muestreo se obtuvo de 18 fuentes de agua subterránea que se realizó en los meses de mayo - abril bajo la normativa ecuatoriana NTE INEN 2176:201; se concluyó que la aplicación de la metodología ICA-INF, la calidad del agua subterránea de Riobamba un 5.5% es aceptable, 16.7% es levemente aceptable y un 77.8% es agua contaminada; la que requiere tratamientos para su consumo; según la norma técnica INEN NTE 1108. Cumple con los Límites Máximos Permisibles; la metodología ICA-NSF permite simplificar la interpretación de datos de muestreo, reduciendo una gran cantidad de parámetros a una expresión simple para su fácil interpretación.

Rodríguez & Giménez (2018), en su artículo científico titulado “Aplicación del análisis de componentes principales en la investigación de agua de pozo para el consumo humano”, cuyo objetivo fue evaluar la contaminación con nitritos, nitratos y bacterias coliformes, el estudio fue observacional, analítico transversal se muestreo 60 pozos para consumo humano entre los meses de junio y julio del 2011, se concluyó que no sobrepasan los límites máximos permisibles cuyo promedio fueron: temperatura 26.3 C°, pH 7.67, conductividad 12.9 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, salinidad 0.86 ppm., nitratos 0.94 ppm., nitritos 0.016 ppm.; se observó que ningún pozo tenía concentraciones altas de nitritos, se hallaron concentraciones altas de nitratos en áreas de uso agrícola extensivo y 23 de las muestras analizadas contenía bacterias coliformes con un promedio: coliformes 25.67

NMP/100 mL., estimando que existe un riesgo sanitario a la salud públicas, el uso excesivo de plaguicidas, abonos químicos en el sector agrícola ocasiona la acumulación de estos en el suelo que por filtración puede afectar la calidad de agua subterránea.

Robles et al. (2017), desarrolló un artículo científico titulado “Caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea del municipio de Villa de Acapetahua, Chiapas, México”, cuyo objetivo fue la caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea del municipio de Villa de Acapetahua(Chiapas), donde se eligieron 6 diferentes sitios y se realizaron 19 muestreos, la que se realizó en el mes febrero del 2016, se concluyó que los parámetros fisicoquímicos se encuentran bajo los Límites Máximos Permisibles donde su valor promedio: temperatura 28.1 C°, pH 8.3, conductividad 574 μ S/cm., oxígeno disuelto 0.42 mg/L., dureza total 311 mg/L., TSD 283 mg/L., salinidad 1.1 mg/L., amonio 1.3 mg/L., nitrito 0.075 mg/L., cloruro 60 mg/L. y alcalinidad 215 mg/L.; mientras los parámetros bacteriológicos (coliformes totales, E.coli e identificación de Enterobacteriaceae) el 16.6% sobrepasan los límites máximos permisibles comparado con la normativa Mexicana 27-SSAI-1994. Una alta cantidad de bacterias impide el aprovechamiento de esta agua para consumo siendo contraproducente para la salud de la población, donde requiere tratamiento de potabilización.

Ochoa (2020), en su tesis titulada “Diagnóstico y Evaluación del agua subterránea que abastece a la Comunidad de la Vereda el Tablón Municipio de Santa Rosa de Viterbo” Cuyo objetivo fue realizar el diagnóstico al agua subterránea que abastece a la población de la Vereda el Tablón municipio de Santa Rosa de Viterbo, donde el agua es captada de un pozo subterráneo y almacenado y distribuido a 34 usuarios de los que se realizó el muestreo a 12 , se concluyó que los parámetros físico químicos no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles a excepción del pH y turbiedad, donde sus resultados promedio fueron: Alcalinidad 2.94 mg/L., cloruros 6.99 mg/L., color 15.86 UPC,

conductividad 59.6 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, dureza total 18.36 mg/L., fosfatos mg/L., hierro 0.05 mg., nitritos 0.018 mg/L., olor aceptable, pH 5.18, sulfatos 3.83 mg/L. y turbiedad 7.05 UNT, mientras los parámetros microbiológicos sobrepasan los Límites Máximos Permisibles: coliformes totales 2200 UFC/100 mL. y E-Coli 1600 UFC/100 mL. Por lo que, las aguas para consumo humano pueden ser deterioradas si son expuestas a actividades agropecuarias.

1.2.2. NACIONALES

Gutierrez (2019), en su tesis titulada “Calidad Bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en el centro poblado de Virú, distrito de Virú, Perú, 2018”, cuyo objetivo fue determinar la calidad bacteriológica de las aguas subterránea de consumo humano en el centro poblado de Virú, distrito de Virú, Perú, se muestrearon 32 pozos, entre tubulares y de tajo abierto, dicho muestreo fue en tres oportunidades (julio, setiembre y noviembre) del 2018, donde se concluyó, que el 100% de pozos de agua subterránea para consumo humano sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, estando contaminados por coliformes totales. Por lo que, la contaminación en los pozos puede ocasionar un riesgo a la salud pública, se debe mejorar, mantener y cuidar los pozos.

Reyes (2019), en su tesis titulada “ Verificación del cumplimiento de los parámetros del reglamento de la calidad del agua para el asentamiento humano Vista Alegre, mediante el análisis fisicoquímico y microbiológico del manantial de Pacán - San Luis – Amarilis -Huánuco, periodo setiembre - noviembre del 2018”; cuyo objetivo fue determinar si los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del manantial de Pacán, cumplen con lo establecido en el reglamento de la calidad de agua para consumo humano. El diseño de estudio fue no experimental, observacional, se realizaron 4 muestras por mes, por un periodo de setiembre a noviembre, se concluyó que no superan los Límites Máximos Permisibles los parámetros fisicoquímicos con un valor

promedio: pH 7.74, cloruros 17.8 mg/L., Arsénico 0 mg/L., plomo 0 mg/L., SDT 589 mg/L., alcalinidad 150 mg/L., dureza 230.25 mg/L., nitratos 0 mg/L., conductividad 1088 μ S/cm., temperatura 19.6 C° y oxígeno disuelto 570 mg/L.; mientras en los parámetros microbiológicos siendo un valor promedio: coliformes totales 39 UFC/100 mL., bacterias heterotróficas 126 UFC/100 mL. superan los Límites Máximos Permisibles a excepción de huevos y larvas de helmintos. Por lo que, la mala gestión, administración de estas aguas, puede traer consigo enfermedades a los pobladores de esta zona, el agua antes de su consumo debe ser tratada.

Soriano (2018), en su tesis titulada "Evaluación de calidad fisicoquímica microbiológica del agua subterránea utilizado para el consumo humano en el centro poblado Pata Pata - 2018", cuyo objetivo fue evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el centro poblado de Pata Pata, siendo el diseño de la investigación descriptivo transversal, en la que se realizaron 3 puntos de muestreo, los que se realizó en los meses de febrero, abril y junio; concluyendo que la calidad de agua subterránea en los tres puntos no es aceptable, debido a la presencia de coliformes totales con un valor promedio: para los puntos AS-01 (coliformes totales 445 NMP/100 mL., coliformes termotolerantes 187 NMP/100 mL.), AS-02 (coliformes totales 567 NMP/100 mL., coliformes termotolerantes 22.7 NMP/100 mL.) Y AS-03 (coliformes totales 565 NMP/100 mL., coliformes termotolerantes 19 NMP/100 mL.) los cuales superan los límites máximos permisibles, en los parámetros físico químicos el valor promedio fue: AS-01 (aluminio 0.032 mg/L., boro 0.215 mg/L., bario 0.103 mg/L., calcio 130 mg/L., hierro 0.028 mg/L., potasio 0.731 mg/L., litio 0.004 mg/L., magnesio 12.87 mg/L., manganeso 0.012 mg/L., molibdeno 0.001 mg/L., sodio 13.39 mg/L., fósforo 0.075 mg/L., azufre 17.975 mg/L., selenio 0.03 mg/L., estroncio 0.726 mg/L., conductividad 653 μ S/cm., turbiedad 1.64 UNT, alcalinidad total 343 mg/L., cloruro 22.343 mg/L., nitrito 0.07 mg/L., nitrato 0.133 mg/L., fosfato 2.097 mg/L., dureza total 336.48 mg/L., sulfato 61 mg/L., pH 7.1, oxígeno disuelto 5.49 mg/L.,

SDT 474.3 mg/L. y salinidad 0.34 ppt), AS-02 (aluminio 0.028 mg/L., boro 0.26 mg/L., bario 0.428 mg/L., calcio 163.2 mg/L., potasio 28.46 mg/L., litio 0.001 mg/L., magnesio 21.39 mg/L., molibdeno 0.002 mg/L., sodio 26.79 mg/L., fósforo 0.211 mg/L., azufre 41.82 mg/L., selenio 0.03 mg/L., estroncio 0.763 mg/L., conductividad 945 μ S/cm., turbiedad 1.01 UNT, alcalinidad total 394.9 mg/L., cloruro 51.01 mg/L., nitrito 0.26 mg/L., nitrato 0.207 mg/L., fosfato 3.82 mg/L., dureza total 476.37 mg/L., sulfato, 182 mg/L., pH 7.6, oxígeno disuelto 518 mg/L., SDT 672.3 mg/L. y salinidad 0.47 ppt) Y AS-03 (aluminio 0.092 mg/L., boro 0.183 mg/L., bario 0.101 mg/L., calcio 124.6 mg/L., hierro 0.021 mg/L., potasio 7.81 mg/L., magnesio 11.23 mg/L., manganeso 0.004 mg/L., molibdeno 0.001 mg/L., sodio 16.66 mg/L., fósforo 0.107 mg/L., azufre 19.65 mg/L., conductividad 682 μ S/cm., turbiedad 6.27 UNT, alcalinidad total 337.12 mg/L., cloruro 27.74 mg/L., nitrito 0.13 mg/L., nitrato 0.137 mg/L., fosfato 1.020 mg/L., dureza total 272.04 mg/L., sulfato 41.3 mg/L., pH 7.7, oxígeno disuelto 4.75 mg/L. SDT 486.6 mg/L. y salinidad 0.35 ppt); en el segundo punto existe exceso de nitrito, en el tercer punto existe exceso de turbiedad, en los tres puntos el oxígeno disuelto no cumple con los estándares de calidad. Se debe desarrollar programas de vigilancia, control, tratamientos de potabilización de estas aguas para su óptimo consumo.

(Flores, 2018), en su tesis titulada "Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano con o sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca", cuyo objetivo fue determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca, siendo su diseño de investigación descriptivo, experimental y longitudinal; realizándose 2 zonas de muestreo, la que se realizó en los meses de marzo a diciembre del 2014. Se concluyó, que la mayoría de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos considerados, sin ebullición, cumplen con la normativa D.S. N° 015-2015 MINAM y D.S. N° 031-2010-SA, a excepción de fosfatos y coliformes totales; con ebullición cumplen con la

normativa excepto en nitritos y fosfatos. Según la clasificación de estándares de calidad de agua, se puede tratar estas aguas, clasificadas dentro de A2 y A3, las que pueden ser procesadas con tratamientos tradicionales; la ebullición baja las concentraciones de los parámetros a excepción de cloruros que suben.

Albornoz (2020), en su tesis titulada “Comparación de los parámetros físicos-químicos y biológicos de los tres manantiales de Inca Jircan en el centro poblado de Huacarcocha, distrito de Rondós provincia de Lauricocha- Huánuco; Marzo - Mayo del 2019”, cuyo objetivo principal fue determinar la concentraciones de los parámetros físicos, químicos y biológicos de los tres manantiales de Inca Jircan en el Centro Poblado de Huacarcocha, Distrito de Rondós Provincia de Lauricocha con relación al reglamento de protocolo nacional para el monitoreo de la calidad del agua, su diseño de investigación fue experimental-longitudinal, donde se muestrearon 3 manantiales, en la que se concluyó que en los parámetros físico químicos cumplen con los LMP donde su valor promedio es: Temperaturas 9.49°C, pH 6.7, oxígeno disuelto 8.42 mg/L., conductividad 227 μ S/cm., sólidos disueltos 17.2 mg/L., turbidez 0.5 UNT, cloruros 19.2 mg/L., nitratos 0 mg/L., sulfatos 0 mg/L., dureza total 17.7 mg/L., arsénico 0 mg/L., mercurio 0 mg/L., plomo 0 mg/L., pero en los parámetros bacteriológicos indican una alta concentración de bacterias totales y bacterias heterotróficas con un valor promedio: Coliformes Totales 64.4 UFC/100 mL., Coliformes Fecales 0 UFC/100 mL., coliformes Termotolerantes 0 UFC/100 mL., Bacterias Heterotróficas 314 UFC/100 mL. Existe una mala calidad de agua por efecto de las características bacteriológicas que pueden ocasionar malestar en la población de la zona requiriendo tratamientos previos a su consumo.

Molina (2018), en su tesis titulada “Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de Uraca-Corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos”, en la que el objetivo fue identificar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en aguas subterráneas del distrito de Uraca - Corire, siendo su diseño de investigación el experimental, en la que se realizaron 3

puntos de muestreo y se concluyó que el valor promedio de los parámetros fisicoquímicos fue: pH 7.65, temperatura, 22.8°C, conductividad eléctrica 1354 $\mu\text{S}/\text{cm}$., oxígeno disuelto 4.57 mg/L., turbiedad 0.1 UNT, sólidos totales disueltos 1026 mg/L., alcalinidad 185.1 mg/L., dureza total 507.2 mg/L., cloruros 100.7 mg/L., sulfatos 345.3 mg/L., fosfatos 0.09 mg/L., nitratos 14.4 mg/L., aluminio 0.014 mg/L., antimonio 0.0004 mg/L., bario 0.028 mg/L., boro 0.625 mg/L., calcio 143.5 mg/L., cromo 0.0007 mg/L., magnesio 23.3 mg/L., mercurio 0.0001 mg/L., molibdeno 0.03 mg/L., los parámetros sólidos totales disueltos y la dureza total supera los Límites Máximos Permisibles, mientras los parámetros bacteriológicos en la época de primavera fueron para bacterias termotolerantes o fecales 23 NMP/100 mL., que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles. El exceso de precipitaciones trae consigo lixiviados que pueden dar a parar a la napa freática afectando a las aguas subterráneas.

Tavera (2018), en su tesis titulada "Evaluación de la calidad de agua para el consumo humano Señor de los Milagros, distrito de Yarinacocha-región Ucayali-2018", cuyo objetivo fue determinar la calidad del agua de consumo humano en pozos del asentamiento humano Señor de los Milagros del distrito Yarinacocha, región Ucayali, en la que se aplicó el método descriptivo, el muestreo se realizó en dos pozos de abastecimiento humano, se concluyó que en los parámetros fisicoquímicos el valor promedio fue: 469 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totales disueltos 224 mg/L., turbiedad 2.85 UNT, pH 8.52, temperatura 28.1 °C, cloro residual 0 mg/L. se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles a excepción del cloro residual, mientras en los parámetros microbiológicos cuyo valor promedio: coliformes totales 2 UFC/100 mL., coliformes termotolerantes 1 UFC/100 mL., que exceden los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010- SA. La dosificación de cloro es de importancia relevante para inocular el agua de patógenos que puedan afectar a la salud humana.

1.2.3. REGIONALES Y LOCALES

Trigos (2017), en su tesis titulada “Calidad bacteriológica y físico-química del agua de consumo humano del centro poblado de Alto Puno”, cuyo objetivo fue determinar la calidad bacteriológica y físico-química del agua para consumo humano del centro poblado de Alto Puno, en la que se aplicó el método número más probable (NMP), se dividió en tres zonas (norte, centro, sur) donde se realizaron 9 muestras de tres repeticiones en la que se concluyó los parámetros físico químico con un valor promedio: conductividad eléctrica 1320 $\mu\text{S}/\text{cm.}$, pH 7.8, sólidos totales disueltos 678.8 mg/L., dureza 291 mg/L., cloruros 184 mg/L., alcalinidad 110 mg/L., sulfatos 109 mg/L. se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles según la normativa regida por DIGESA mientras los parámetros bacteriológicos exceden en la zona norte coliformes totales 5.44 NMP/100 mL.y coliformes fecales 1.68 NMP/100 mL. Donde el método del número más probable de su procedimiento radica en hallar densidad bacteriana.

Quispe (2017), en su tesis titulada “Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa- Melgar”, cuyo objetivo fue determinar la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de seis manantiales de agua del distrito de Santa Rosa Melgar, en la que se aplicó el método del número más probable, en la que realizaron 6 puntos de muestreo durante los meses de enero - julio, se concluyó que los parámetros bacteriológicos cuyo valor promedio: Coliformes totales 182.58 NMP/100 mL. y coliformes fecales 8.83 NMP/100 mL. sobrepasan los Límites Máximos Permisibles, mientras los parámetros físico químicos con un valor promedio: temperatura 9.64 °C, pH 7.43, dureza total 7.19 mg/L., alcalinidad 89 mg/L, cloruros 17.8 mg/L., sulfatos 7.61 mg/L., calcio 14.3 mg/L., magnesio 3.5 mg/L., sólidos totales disueltos 53.5 mg/L., turbidez 5.96 UNT, siendo tres parámetros los que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles: magnesio, calcio y turbidez. La mala conservación de fuentes de agua puede afectar a la población ya que consideramos que esta agua está contaminada.

Apaza & Halanocca (2018), en su tesis titulada "Determinación de la calidad físico química microbiológica del agua para consumo humano de pozos tubulares de la urbanización Satélite de la ciudad de Juliaca", cuyo objetivo fue evaluar las características fisicoquímica microbiológica del agua para consumo humano de pozos tubulares en la urbanización de Satélite ciudad de Juliaca, en la que se aplicó un estudio experimental-transversal donde se realizaron 25 muestras, se concluyó que según la normativa actual peruana N° 031-2010-SA, que en los parámetros físico-químicos cuyo valor promedio: turbidez 0.07 UNT, pH 7.85, conductividad 1.38 μ S/cm., sólidos totales disueltos 0.78 mg/L., cloruros 234.8 mg/L., sulfatos 0.01 mg/L., dureza total 538.57 mg/L., amoniac 0 mg/L., hierro 0 mg/L., manganeso 0 mg/L., aluminio 0 mg/L., cobre 0 mg/L., Zinc 0 mg/L., Sodio 32 mg/L., nitratos 0.01 mg/L., nitritos 0.01 mg/L., están bajo los Límites Máximos Permisibles excepto dureza total, mientras los parámetros microbiológicos con un valor promedio: bacterias coliformes totales 1.9 UFC/100 mL., E. Coli 0, coliformes termotolerantes 0 UFC/100 mL., por la presencia de coliformes totales se consideran no aptas para su consumo. El inadecuado manejo, preservación de los pozos puede contaminar el agua para su consumo.

Pari (2019), en su tesis titulada "Índice bacteriológico del agua de pozos artesanales en la urbanización natividad, distrito de San Miguel", cuyo objetivo fue determinar el índice bacteriológico del agua de pozo artesanal (ICB), en la que se aplicó un estudio descriptivo-cuantitativo y se realizó la muestra en 15 pozos, se concluyó los parámetros bacteriológicos con un valor promedio: coliforme termotolerantes 25536.7 NMP/100 mL. y coliformes totales 117800 NMP/100 mL., los se encuentran en un rango muy peligroso de $2 < \text{ICB} < 3$, considerándose un riesgo sanitario. La mala ubicación de letrinas, inadecuado uso de agua, puede provocar que esta agua sea inconsumible por traer efectos adversos en la salud poblacional.

Curo (2017) en su tesis titulada “Calidad bacteriológica y fisicoquímica de agua en pozos confines de consumo humano en el distrito de Huata - Puno 2016” cuyo objetivo es determinar la calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de pozos con fines de consumo humano en cuatro parcialidades del distrito de Huata, región Puno, en la que se aplicó un diseño de investigación es descriptivo, se realizaron 4 zonas de muestreo en cada uno 3 pozos entre los meses de diciembre - febrero donde se analizaron 24 muestras, se concluyó que los parámetros bacteriológicos siendo su valor promedio: coliformes totales 217.6 UFC/100 mL., coliformes termotolerantes 1.5 UFC/100 mL., que exceden los Límites Máximos Permisibles según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA., Los parámetros fisicoquímicos siendo su valor promedio: pH 7.4, temperatura 16°C, turbiedad 2.1 UNT, conductividad eléctrica 1793 mg/L., sólidos totales disueltos 895.5 mg/L., dureza total 320.4 mg/L., alcalinidad 320.7 mg/L., sulfatos 86.5 mg/L., cloruros 130.4 mg/L., hierro 0.5 mg/L., cobre 2.3 mg/L. se encuentran debajo de los límites máximos permisibles, excepto conductividad eléctrica, hierro y cobre. El inadecuado mantenimiento de los pozos, falta de vigilancia de la calidad de agua, actividades antropológicas traen consigo la contaminación de aguas subterráneas que pueden afectar a la salud humana.

Sandoval (2021), en su tesis titulada “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019”, cuyo objetivo fue determinar la calidad de agua en pozos en el centro poblado de Moro, Paucarcolla 2019 en base a las características fisicoquímicas y microbiológicas para consumo humano de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA, en la que se aplicó un estudio descriptivo, se realizó el muestreo de 5 puntos, donde se concluye que los parámetros físico-químicos con un valor promedio: conductividad 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}.$, temperatura 17.8 °C, sólidos disueltos totales 682.5 mg/L., turbidez 1.34 UNT, pH 7.62, sulfatos 43.1 mg/L., nitratos 7.4 mg/L., dureza total 134 mg/L., cloruros 289.3 mg/L., están dentro de los Límites Máximos Permisibles excepto conductividad eléctrica, en los parámetros

microbiológicos cuyo valor promedio es: coliformes totales 1069 UFC/100 mL., coliformes termotolerantes 0 UFC/100 mL. exceden los Límites Máximos Permisibles. La falta de una adecuada forma de desinfectar el agua puede traer consigo enfermedades gastrointestinales que deterioran la salud de la población.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar los parámetros bacteriológicos y físico-químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación D.S. N° 031-2010-SA.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Evaluar los parámetros bacteriológicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022.
- Evaluar los parámetros físicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno 2022.
- Evaluar los parámetros químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. AGUA

La recirculación del agua es por medio de la atmósfera, océanos, ríos, lagos, aguas subterráneas y glaciares, es más valiosa que el oro ya que sin ella no es posible la vida, es inodoro, incoloro e insípido, es disolvente universal, químicamente es la combinación de 2 átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (Ramírez, 2021). La utilidad del agua es fundamental para el desarrollo de la civilización humana, contribuye a eliminar las sustancias de los procesos bioquímicos que desarrolla el organismo humano, sin embargo por esta propiedad, puede transportar una serie de tóxicos que puedan afectar a diferentes órganos (Marin, 2019).

2.1.2. CALIDAD DE AGUA

El origen de agua limpia dependerá de la utilidad que se le dé, el agua para la vida acuática es diferente que el agua para uso recreativo(natación), el agua vital para el consumo humano diferente del agua para actividades económicas, donde la terminología establece que la calidad de agua no es absoluta, sólo posee importancia universal si está relacionado con el uso del recurso (Picó et al., 2019).

2.1.3. CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO

El agua es esencial e importante para el ser humano y toda la vida en general; siendo importante que todas las personas deben disponer de un abastecimiento satisfactorio (suficiente, seguro y accesible), (OMS, 2018). Teniendo que ser segura y de una buena calidad, que no genere enfermedades que afecten al organismo ,siendo sometida a procesos de purificación casera o potabilización (OPS, 2003). Siendo un requisito para evaluar la calidad del agua es indagar la naturaleza fisicoquímica, bacteriológica y su conexión con los efectos negativos que afecte a la salud humana, es importante una perspectiva multidisciplinaria (OPS, 1998).

2.1.4. AGUA SUBTERRÁNEA

El agua subterránea es la fluye a través del subsuelo que pasa a conformar acuíferos subterráneos, la formación de este sistema de agua es un recurso importante que abastece un tercio de la población humana de todo el mundo, donde puede ser recolectada a través de diferentes técnicas que pueden ser por túneles o galerías de drenaje (Trigos, 2017). La extracción de agua subterránea resulta ser desde el punto económico barata, ya que no requiere la construcción de embalses y sistema de conducción, siendo captado a través elaboración de pozos, pero es vulnerable, por sus sensibilidades a la contaminación y sobreexplotación siendo difícil su gestión (Martínez, 2019).

2.1.5. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Se deriva de cualquier alteración de sus componentes(física, química o biológica) volviéndola un agua insegura para el consumo humano.

-Contaminación biológica: se debe a bacterias, parásitos, virus, que ocasionan enfermedades gastrointestinales, cólera, hepatitis A Y B, afectando con más frecuencia a infantes.

- Contaminación química: ocasionada por los altos niveles de metales, boro, arsénico, entre otros que puede ocasionar a largo plazo enfermedades crónicas.
- Contaminación física: debido a la existencia de líquidos insolubles siendo de origen antropológico y natural (OPS, 2022).

El crecimiento poblacional agrava la disponibilidad de agua (cantidad y calidad) son factores fundamentales la sobre explotación de acuíferos, prácticas agrícolas inadecuadas (plaguicidas), incremento de zonas urbanas en zonas de producción, los cambios de suelo como la deforestación (Pranada & García, 2018). Las actividades humanas no contaminan directamente a las aguas subterráneas si no de manera indirecta como:

- Infiltración: sustancias depositadas en la superficie y arrastradas por la lluvia (lixiviado de botaderos)
- Filtración: sustancias almacenada bajo tierra y disueltas por el flujo natural del agua (escombros que llegan al flujo del agua)
- Filtración desde un río (ríos contaminados por acción antrópica)
- Captaciones: en mal estado que comuniquen con las aguas subterráneas (Sanchez, 2017).

2.1.6. PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS

2.1.6.1. COLIFORMES TOTALES

Son microorganismos que fermentan la lactosa que producen gas de 48 a 35 °C, abarca varios géneros de la familia enterobacteriaceae, son todos bacilos gram negativos aerobios o anaerobios facultativos, está conformado por escherichia, enterobacter, klebsiella, citrobacter y en algunos casos serratia (Fontalvo, 2020). Se encuentra mayormente en el ambiente (suelos, fuentes de agua y vegetación) un porcentaje no es parte de la contaminación fecal y no plantean obligatoriamente un riesgo

para la salud pública, indica degeneración en los cuerpos de agua, son indicadores de que ocurrió contaminación del agua (OMS, 2022).

2.1.6.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Son un subgrupo de las bacterias coliformes, que tienen su origen en el sistema intestinal de los animales de sangre caliente y el ser humano, se dispersan a través de heces al medio ambiente, las coliformes termotolerantes en su mayoría *Escherichia coli* pueden proliferar en el agua siendo un indicador de contaminación del agua. No son patógenos, pero la existencia en inmensas cantidades indica una probabilidad de microorganismos patógenos por ejemplo la tifoidea, la hepatitis A y B (Smardache & Leyva, 2018). Las coliformes termotolerantes incuban a temperaturas 44.5 obtienen un óptimo desarrollo, son bacterias que pueden ser de origen de excretas o material vegetal en descomposición en la cual están incluidos géneros *Klebsiella* y *Escherichia* (Fontalvo, 2020).

2.1.7. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICAS

2.1.7.1. TURBIDEZ

La turbiedad es un parámetro físico del agua se debe a la presencia de partículas en suspensión o coloide ya sean orgánicas o inorgánicas que hace que la luz se disperse y no se transmita a través de ella, es ocasionada de manera natural o por las actividades del ser humano, la turbiedad se asocia a la posible contaminación del agua, mostrando posible contaminación por bacterias o materia orgánica, puede interferir con la efectividad de la esterilización, los valores altos de turbidez están relacionados con brote de virus y bacterias, además las partículas de turbidez concentran la radiación solar aumentando la temperatura del agua (García, 2019).

2.1.7.2. pH

El potencial hidrógeno (pH) es una escala de medición de mucha importancia que mide la concentración de iones hidronio en el agua, determina el valor de acidez o

alcalinidad en una solución acuosa su escala es normalmente de 0 -14, si su valor es inferior a 7 nos dice que es elemento ácido, si su valor es superior a 7 nos dice que es alcalino (Cárdenas, 2022).

2.1.7.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Es la medida de la facultad del agua en transferir corriente eléctrica, su función es estimar el contenido de constituyentes iónicos, su media es en ohmios(s), la conductividad indica la existencia de sales en el agua, el agua limpia contiene poca conductividad (Martínez, 2019).

2.1.7.4. TEMPERATURA

Es una escala de medición de energía cinética sobre las partículas de agua, se mide a través de los grados °F o °C, la temperatura es posible que altere las reacciones químicas normales del agua y por ende el desarrollo normal de organismos acuáticos, la temperatura también altera los parámetros fisicoquímicos como el oxígeno disuelto, pH, conductividad entre otras alterando el crecimiento de plantas acuáticas (Waterboards, 2022).

2.1.7.5. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (SDT)

Es la medida de una sustancia en el agua, es de un tamaño más pequeñas de 0.002 milímetros por lo que persisten luego de la filtración, los sólidos disueltos totales es teóricamente el conjunto de metales, sales disueltos y minerales, es un indicador del agua si está contaminada o no, una alta concentración proporciona una apariencia turbia se sugiere una concentración máxima de 500 mg/L (Sigler & Bauder, 2017).

2.1.7.6. DUREZA TOTAL

Cuando un agua es dura significa que tiene más minerales que un agua normal-, la dureza total es la concentración de metales alcalinotérreos en el agua, siendo los principales: el magnesio y calcio. La dureza en el agua es la consecuencia de la

disolución y lavado de minerales que lo componen el magnesio y calcio, el alto consumo de calcio y magnesio proporciona un suministro adecuado de estos minerales en la dieta, la deficiencia de calcio y magnesio (agua blanda) facilita el ingreso de metales pesados en el organismo por causa de la corrosión de tanques (García, 2019)

2.1.7.7. CLORUROS

Se encuentran en superior cantidad en las fuentes de abastecimiento de agua y drenaje, se debe a causas naturales o de drenajes industriales, una elevada concentración de cloruro, puede ocasionar corrosión en las tuberías metálicas según la OMS las concentraciones superiores a 250 mg/L de cloruro pueden llegar a ser detectables a través del sabor. (Palau, 2018).

2.1.7.8. SULFATOS

Tienen un origen de contaminantes industriales, precipitaciones fluviales, las concentraciones más altas se encuentran en aguas subterráneas proveniente de terrenos ricos en yesos, en concentraciones superiores a 100-1200 mg/L puede producir efectos gastrointestinales, en altas concentraciones se puede detectar el sabor en el agua para el consumo humano (Universidad Continental, 2017).

2.1.8. REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO PERÚ

2.1.8.1. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano - D.S.

N°031-2010-SA.

El actual reglamento implementa las disposiciones generales de la calidad de agua para consumo humano, asegurando su inocuidad, la prevención de riesgos de agua dudosa o mala calidad, promover, desarrollar la promoción, educación y capacitación para el cuidado del agua para consumo humano. Los Gobiernos regionales, deberán cumplir la vigilancia, referente a la calidad de agua (D.S.

N°031-2010-SA, 2010). Los parámetros microbiológicos y parasitológicos se encuentran en la tabla N° 01 y los organolépticos en la tabla N° 02 del D.S. N° 031-2010-SA.

Tabla N° 01: Límites máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y parasitológicos.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL. a 35°C	0(*)
E. Coli	UFC/100 mL. a 45°C	0(*)
Bacterias coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100 mL. a 45°C	0(*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL. a 35°C	500
Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org/L.	0
virus	UFC/mL.	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos nematodos en todos sus estados evolutivos	N° org/L.	0

UFC = Unidad Formadora de Colonias

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

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS. N° 031-2010-SA, aprobado 24 de septiembre del 2010.

Tabla N° 02: Límites máximos Permisibles de los Parámetros de calidad Organoléptica.

Parámetros	Unidades de Medida	Límites Máximos Permisibles
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV escala pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°C)	Umho/cm	1500
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000
Cloruros	mg/L	250
Sulfato	mg/L	250
Dureza total	mg/L	500
Amoniaco	mg/L	1.5
Hierro	mg/L	0.3
Magnesio	mg/L	0.4
Aluminio	mg/L	0.2
Cobre	Cu/L	2.0
zinc	mg/L	3.0
sodio	mg/L	200

UCV: Unidad de color verdadero

UNT: Unidad nefelométricas de turbiedad

Fuente: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS. N° 031-2010-SA, aprobado 24 de setiembre del 2010

2.1.8.2. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano – R.D. N° 160- 2015-DIGESA-SA.

Con el propósito de un procedimiento adecuado y uniforme de toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción que sean invariables y representativas (Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA, 2015).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **Agua Subterránea:** Es el agua que radica debajo de la superficie terrestre; y transita por debajo de la napa freática, saturada completamente por las características del terreno, por donde fluye a la superficie a través de cauces fluviales, áreas de rezume, manantiales o directamente al mar. También puede ser guiado de manera artificial a través de galerías, pozos y otras formas de captar el agua; donde se renueva constantemente a través de las precipitaciones, escorrentía superficial y cursos de agua (López et al., 2009).
- **Calidad de agua:** Condición en la que se halla el agua con relación a sus características físicas, químicas y bacteriológicas, ya sea después de ser alterada de manera antropológica o en la manera natural en la que se encuentra (Baeza, 2016).
- **Límites Máximos Permisibles:** Es la concentración de parámetros y/o sustancias bacteriológicas, físico-químicos que distingue a una emisión o afluente, que al sobrepasarse puede ocasionar daños al ambiente, a la salud y bienestar humano (MINAM, 2011).
- **Coliformes totales:** Es un grupo heterogéneo en las que se encuentran bacterias como *Citrobacter freundii* y *Enterobacter cloacae*, que pueden ser de origen fecal o encontrarse en el ambiente (aguas ricas en nutrientes, materia vegetal en

descomposición y en el agua potable rica en nutrientes), donde existen especies donde casi nunca o nunca se hallan en materia fecal y pueden proliferar en agua potable (SUNASS, 2004).

- **Coliformes termotolerantes:** Bacterias que pueden lograr la fermentación lactosa a 44 a 45 °C. Donde se encuentra el género *Escherichia* y en inferiores cantidades especies de *Enterobacter*, *Klebsiella* y *Citrobacter*. Las coliformes termotolerantes proceden tanto de materia fecal como de aguas orgánicamente ricas, son diferentes de *E. coli* (SUNASS, 2004).
- **Turbiedad:** Es la presencia de partículas en suspensión tales como limos, arcilla, plancton, coloides y organismos microscópicos, se producen por la erosión de suelos, que pueden estar forradas de materia orgánica siendo en mayor cantidad de estas las partículas en suspensión (Marín, 2000).
- **Conductividad:** Se produce por electrolitos disueltos en el agua, donde sus concentraciones se dan por tipo de terreno, gases disueltos, composición mineral, pH y todo lo que influya en la solubilidad de sales (Marín, 2000).
- **pH:** Se debe a la armonía entre materia de carbono y los procesos de los microorganismos acuáticos, en relación al primero en secuencia de la disolución de CO₂ en una fuente hídrica y la disolución de CO₃ y la insolubilidad de HCO₃, donde se determina el pH en el agua. Donde las aguas superficiales son menos ácidas que las subterráneas, el pH varía entre 6 a 8.5 (Marín, 2000).
- **Cloración del agua:** Proceso por el cual se inocula el agua, cuya función es la eliminación de microorganismos patógenos que se realiza por agentes químicos o físicos teniendo un efecto residual la cual tiene como finalidad evitar cualquier riesgo de propagación microbiana luego de la desinfección (GIZ, 2017).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

- Los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, no es apta para el consumo humano según el D.S. N° 031-2010-SA.

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros bacteriológicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles.
- Los parámetros físicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles.
- Los parámetros químicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE ESTUDIO

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio como se muestra en la figura N° 01 fue realizada en el distrito de Puno, ubicado aproximadamente a la altura del Km. 3 de la carretera Puno-Mañazo. La Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, pertenece al centro poblado de Alto Puno, está integrada urbanamente a la ciudad de Puno, provincia y región de Puno, a una altura de 3827 m.s.n.m.

En la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, habitan 40 familias que hacen uso de agua subterránea para sus necesidades cotidianas.

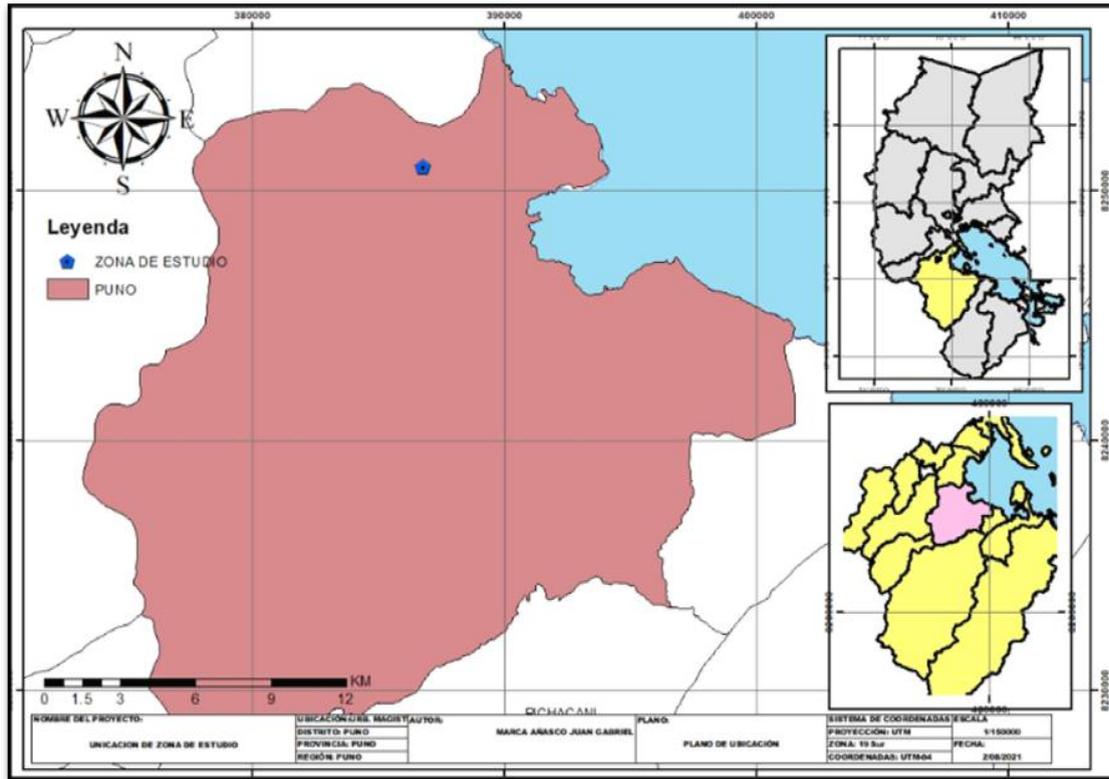


Figura N° 01: Zona de Estudio Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani.

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por 06 pozos de agua subterránea para el uso de consumo humano de los cuales 02 pozos se encuentran al interior de las viviendas y 04 pozos se encuentran en los exteriores de las vivienda para los usuarios de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani.

3.2.2. MUESTRA

El tipo de muestra fue no probabilístico, por juicio, donde la muestra de esta investigación estuvo constituida por 04 pozos como se aprecia en la tabla N° 03 y figura N° 02 de los cuales consume la mayoría de la habitantes, no se consideraron los 06 pozos en su totalidad por la inaccesibilidad, ya que no residen permanentemente en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani.

Tabla N° 03: Ubicación de los puntos para muestrear.

UBICACIÓN DE POZOS	COORDENADAS UTM WGS84 19L	
	ESTE	NORTE
POZO 01	386667	8250874
POZO 02	386969	8250904
POZO 03	386988	8250903
POZO 04	386945	8250944

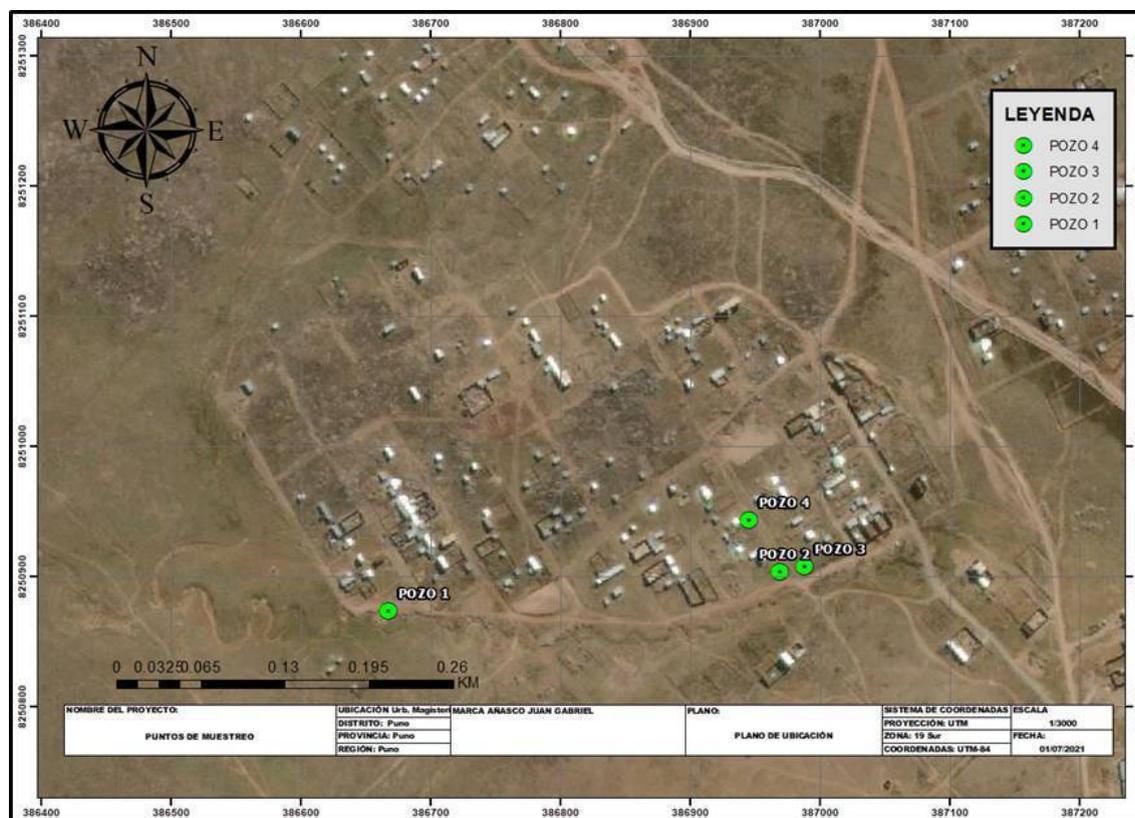


Figura N° 02: Ubicación de los Pozos a Muestrear.

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. MÉTODO

El enfoque de la investigación fue cualitativa porque se recogieron datos de campo sin medición y cuantitativo que nos permitirá cumplir con los objetivos propuestos en la investigación, ya que se analizó con datos estadísticos por lo tanto el enfoque de investigación es mixto.

El tipo de estudio de esta investigación fue descriptivo - correlacional; descriptivo porque se buscará representar las características de las muestras, correlacional porque pretende dar una relación que yace entre las variables.

El diseño que se utilizó en la investigación es de tipo no experimental – transversal; no experimental porque buscará describir los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos, que contienen las aguas subterráneas tal cual como se observa sin manipular ninguna variable, transversal por la recolección de datos se dará en un tiempo determinado.

3.3.1.1. METODOLOGÍA

El proceso de investigación se realizó de acuerdo a los objetivos expuestos.

El enfoque del monitoreo para esta investigación se realizó de acuerdo a los criterios dados en el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para el consumo humano **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 160-2015/DIGESA/SA**, tal como se observa en el Anexo N° 2 , establecidos en el capítulo 6.2.2. que indican criterios generales para el desarrollo de muestreo: planificación, ejecución y garantizar la calidad de muestreo.

Primero se realizó la ubicación e identificación de los puntos de muestreo (pozo 01, pozo 02, pozo 03 y pozo 04).

Para objetivo específico 1 **“Evaluar los parámetros bacteriológicos (Bacterias Coliformes Totales, E.Coli) del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani -Alto Puno.”**

Se recolectó la muestra en un recipiente de vidrio (esterilizado) 500 mL., se llenó con el agua a analizar del punto de muestreo, el recipiente no debe ser llenado en su totalidad, se rotuló y etiquetó la muestra, posteriormente se colocó en un cooler con ice pack el cual se trasladó en un tiempo no mayor de 24 Hrs al laboratorio de la DIRESA PUNO.

para el objetivo específico 2 **”Evaluar los parámetros físicos (Temperatura, conductividad y turbidez) del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno.”** y para el objetivo específico 3 **”Evaluar los parámetros químicos (pH, sólidos totales disueltos, dureza total, cloruros) del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno.”**

Se recolectó la muestra en un recipiente de polipropileno 500 mL., se enjuagaron 3 veces con el agua a analizar para eliminar cualquier sustancia ajena, se llenó en totalidad el recipiente, se rotuló y etiquetó la muestra, luego se colocó en un cooler con ice pack el cual se transportó en un tiempo no mayor a 24 Hrs al laboratorio de la DIRESA PUNO.

3.3.2. TÉCNICA

La técnica de recolección de muestras se realizó en los cuatro (4) pozos de agua subterránea, ubicados en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, fue a través del análisis de laboratorio realizado en la DIRESA PUNO.

3.3.3. MATERIALES

Los materiales y equipos para la generación de información en campo y laboratorio son:

Equipos y/o Materiales

Equipos

- GPS.
- Cámara fotográfica.
- Laptop.

Materiales

- Envases de polietileno de 500 mL.
- Envases de vidrio esterilizados de 500 mL.
- Cooler.
- Libreta de campo.
- Lapiceros, plumones indelebles.
- Tablero.
- Equipo de protección personal (casco, barbijo, guantes).

Indumentaria

- barbijo
- guantes
- casco
- zapatos
- mandil de laboratorio.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos con los cuales se midió la calidad del agua subterránea según el D.S. N° 031-2010-SA en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022.

Tabla N° 04: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Parámetros bacteriológicos				
	Coliformes totales	UFC/100 mL.	Observación	Análisis de Laboratorio
	Coliformes fecales	UFC/100 mL.		
Parámetros físicos				
Variable Independiente: Características del agua(parámetros bacteriológicos, parámetros físicos y parámetros químicos)	Turbiedad	NTU	Observación	Análisis de Laboratorio
	Temperatura	°C		
	Conductividad	µS/cm.		
Parámetros químicos				
	pH	Unidad pH		
	Sólidos totales disueltos	mg/L.		
	Sulfatos	mg/L.		
	Cloruros	mg/L.	Observación	Análisis de Laboratorio
	Dureza total(CACO3)	mg/L.		
	cloro residual	mg/L.		
Variable Dependiente: calidad de agua subterránea	Límites máximos permisibles	D.S. N° 031-2010-SA.	Observación	Análisis de Laboratorio

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Teniendo los resultados de los cuatro(4) muestras de los parámetros bacteriológicos y físico-químicos de aguas subterráneas, se analizaron por el método estadístico la T-student, para una muestra con un nivel de confianza del 95%, para poder compararlo con el D.S. N°031-2010-SA. Los software estadísticos para el procesamiento de datos fueron el MS - EXCEL Y SPSS V.25.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Siendo el objetivo general **“Evaluar los parámetros bacteriológicos y físico-químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, en relación D.S. N° 031-2010-SA.”**

El presente capítulo consta de 3 partes: de acuerdo a los objetivos propuestos, con la información obtenida de los cuatro(4) puntos de monitoreo del agua de la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, tal como se observa en el anexo 04 (registros fotográficos), donde el ensayo de laboratorio se obtuvo de la Dirección Regional de Salud -Puno, tal como se observa en el anexo 03, siendo estos comparados con los parámetros del D.S. N°031-2010-SA.

4.1. POR OBJETIVO ESPECÍFICO (1)

“Los parámetros bacteriológicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles.”

Tabla N° 05: Resultados de análisis bacteriológicos.

Parámetros	Unidad	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Promedio	LMP
Coliformes totales (35° C)	UFC/100 mL.	22000	38	26	36000	14516	0
Coliformes Fecales (44.5 °C)	UFC/100 mL.	>1	>1	>1	>1	0	0

>1 significa ausencia = 0

4.1.1. COLIFORMES TOTALES

El conteo de coliformes totales en cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, donde el límite superior es de 36000 UFC/100 mL. en el pozo 4 y el límite inferior es de 26 UFC/100 mL. en el pozo 3 tal como se aprecia en la figura N° 03, los valores exceden los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, siendo su valor promedio de 14516 UFC/100 mL. como indica la tabla N° 05.

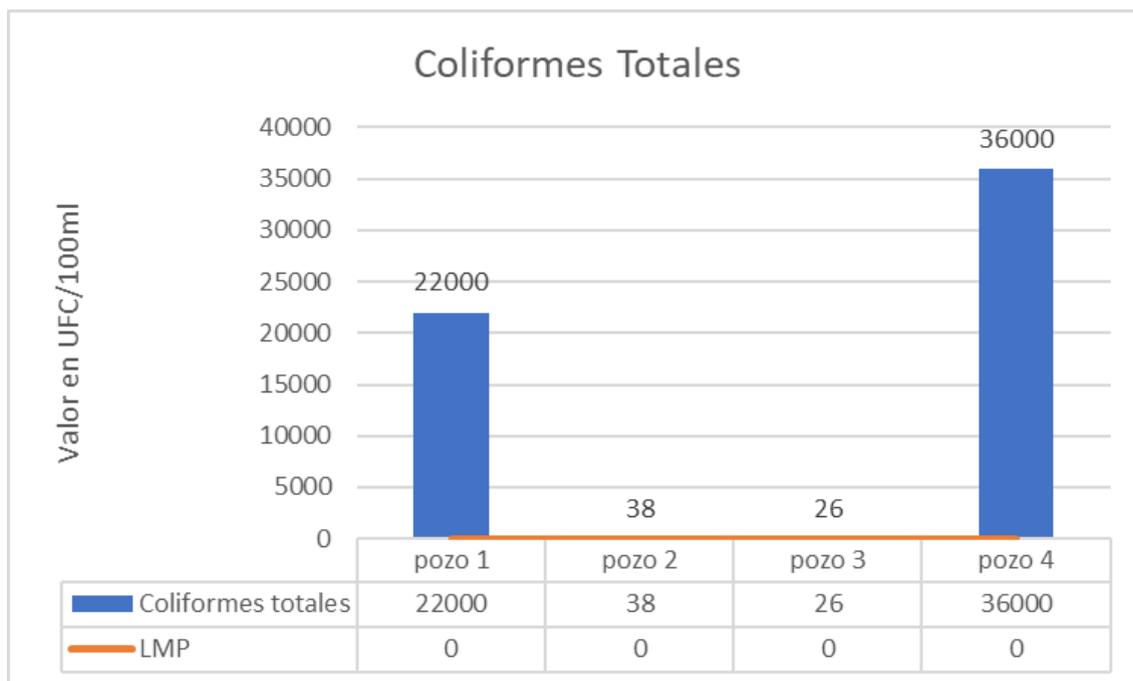


Figura N° 03: Resultados de coliformes totales.

Los resultados obtenidos están por encima de la media comparados con el estudio de Díaz & Sarmiento (2018) quien obtuvo un resultado de 10280 UFC/100 mL. que sobrepasa los LMP, con el estudio Ochoa (2020), quien obtuvo un resultado de 2200 UFC/100 mL. que sobrepasa los LMP, otro estudio de Reyes (2019), quien obtuvo un resultado de 39 UFC/100 mL. que sobrepasan los LMP y el estudio de Curo (2017), quien obtuvo un resultado de 217.6 UFC/100 mL. que exceden los LMP.

4.1.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA COLIFORMES TOTALES

- H1 El parámetro de coliformes totales, exceden con los Límites Máximos Permisibles. (0 UFC/100 mL): $\mu \neq 0$.
- H0 El parámetro de coliformes totales, no exceden con los Límites Máximos Permisibles. (0 UFC/100 mL): $\mu = 0$.

Tabla N° 06 : Prueba T para una muestra de coliformes totales.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
coliformes	4	14516.00	17674.32	8837.16		
totales						
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 0						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
coliformes	1.643	3	0.199	14516.00	-13607.79	42639.79
totales						

Como se observa en la tabla N° 06 el valor de $p > 0.05$ es estadísticamente no significativo, donde se acepta la hipótesis nula, siendo lo contrario, por lo tanto desestimamos estadísticamente y aceptamos los resultados de la figura N° 03, donde se evidencia que los parámetros de coliformes totales en la muestra de agua excedan los Límites Máximos Permisibles.

4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

El conteo de coliformes fecales en cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, nos indican que los valores son 0 UFC/100 mL. tal como se aprecia en la figura N°04, lo que indica que no existe presencia de coliformes termotolerantes. Los valores no exceden los límites máximos permisibles del D.S. N° 031-2010-SA.

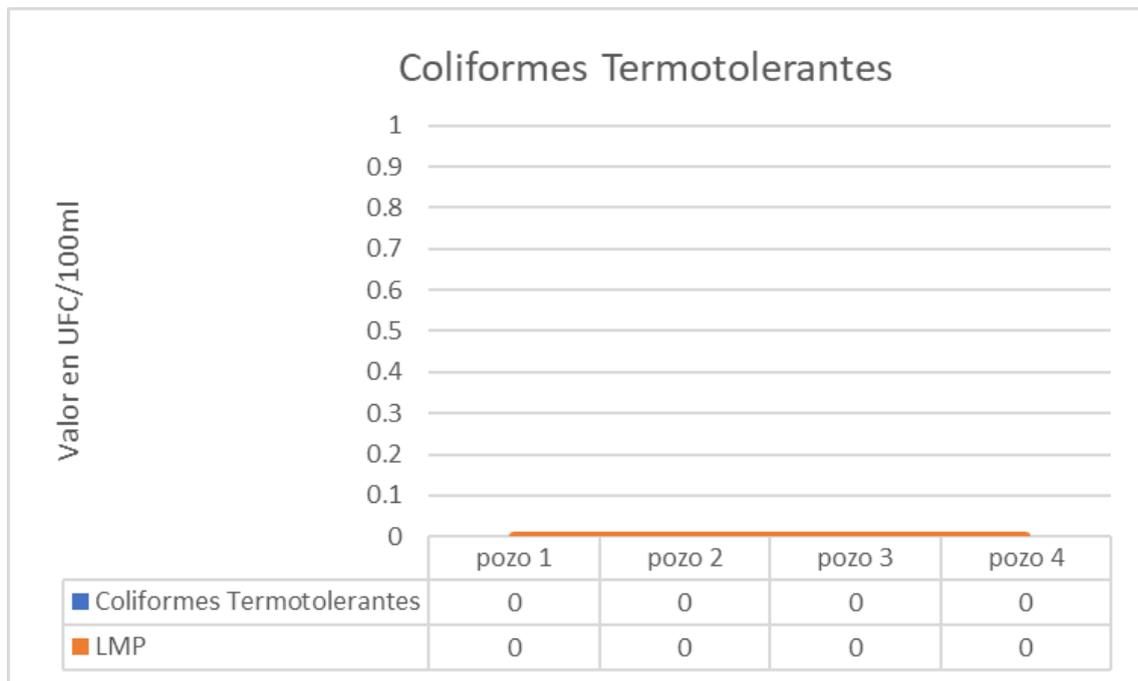


Figura N° 04: Resultados de coliformes termotolerantes

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparados con el estudio de Albornoz (2020), quien obtuvo un resultado de 0 UFC/100 mL. que no sobrepasa los LMP, con el estudio de Tavera (2018), quien obtuvo un resultado mayor a 1 UFC/100 mL. que sobrepasan los LMP y con el estudio Curo (2017), quien obtuvo un resultado de 5 UFC/100 mL. que exceden los LMP.

4.2. POR OBJETIVO ESPECÍFICO (2)

“Los parámetros físicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles.”

Tabla N° 07: Resultados de análisis Físicos.

Parámetros	Unidad	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Promedio	LMP
Turbiedad	NTU	5.5	2.12	2.23	8.97	4.71	5
Temperatura de laboratorio	C°	14.5	14.5	14.5	14.5	14.5	*
Conductividad	μS/cm.	215.2	285.5	223.3	147	217.75	1500

*No contiene valor en este parámetro

4.2.1. TURBIEDAD

Los resultados de turbiedad de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización magisterial, zona 4 Totorani, el valor superior es de 8.97 UNT en el pozo 4 y el valor inferior es de 2.12 UNT en el pozo 2 tal como se aprecia en la figura N° 05, donde dos de los cuatro valores exceden los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, su valor promedio es de 4.71 UNT como indica la Tabla N° 07.

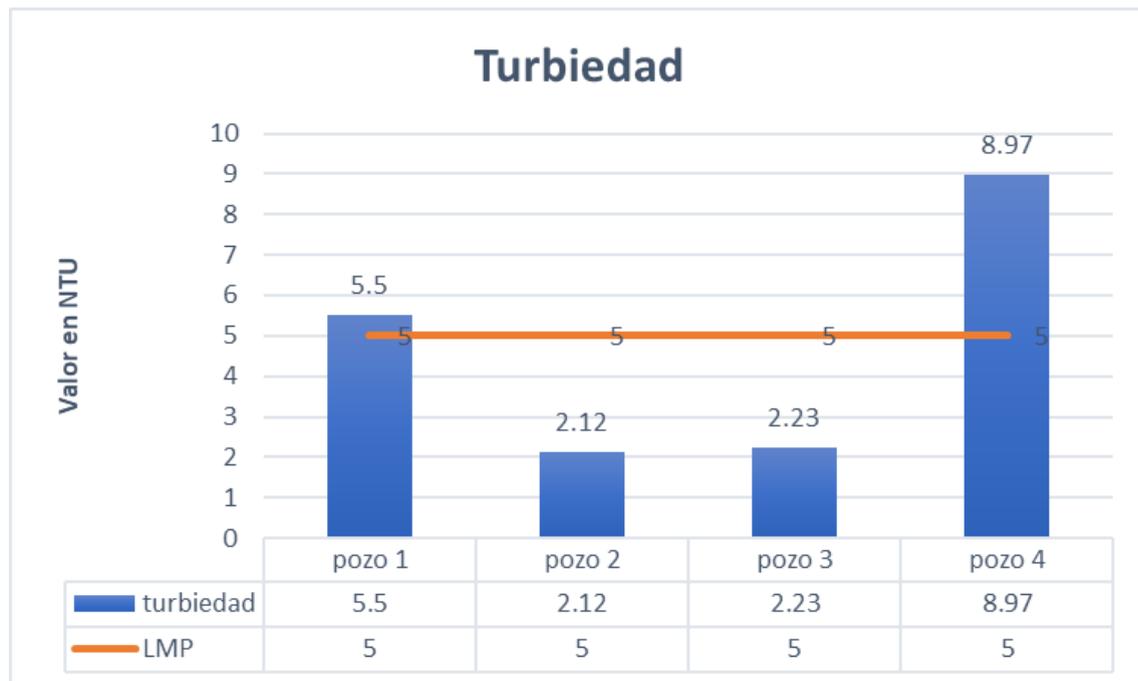


Figura N° 05: Resultados de turbiedad.

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparados con el estudio de Albornoz (2020), quien obtuvo un resultado de 0.5 UNT que no sobrepasa los Límites Máximos Permisibles. con el estudio de Díaz & Sarmiento (2018), quienes obtuvieron un resultado de 1.57 UNT que no sobrepasa los LMP, y con el estudio de Quispe (2017), quien obtuvo un resultado de 5.96 UNT que sobrepasa los Límites Máximos Permisibles.

4.2.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA TURBIEDAD

- H1 El parámetro de turbiedad, exceden con los Límites Máximos Permisibles (5 UNT):
 $u > 5$
- H0 El parámetro de turbiedad, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (5 UNT): $u \leq 5$

Tabla N° 08: Prueba T para una muestra - turbiedad.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Turbiedad	4	4.705	3.247	1.623		
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Turbiedad	-0.182	3	0.867	-0.295	-5.462	4.871

Como se observa en la tabla N° 08 el valor de $p > 0.05$ es estadísticamente no significativo, existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -0.182, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0), donde se evidencia que los parámetros de turbiedad en la muestra de agua no excede los Límites Máximos Permisible.

4.2.2. TEMPERATURA

Los resultados de temperatura de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización magisterial, zona 4 Totorani, fue evaluado en el laboratorio, es decir que no se evaluó en el mismo lugar de muestreo por ello es un único valor que fue 14.5 C°, tal como se aprecia en la figura N° 06. En la normativa D.S. N° 031-2010-SA no indica el parámetro temperatura.

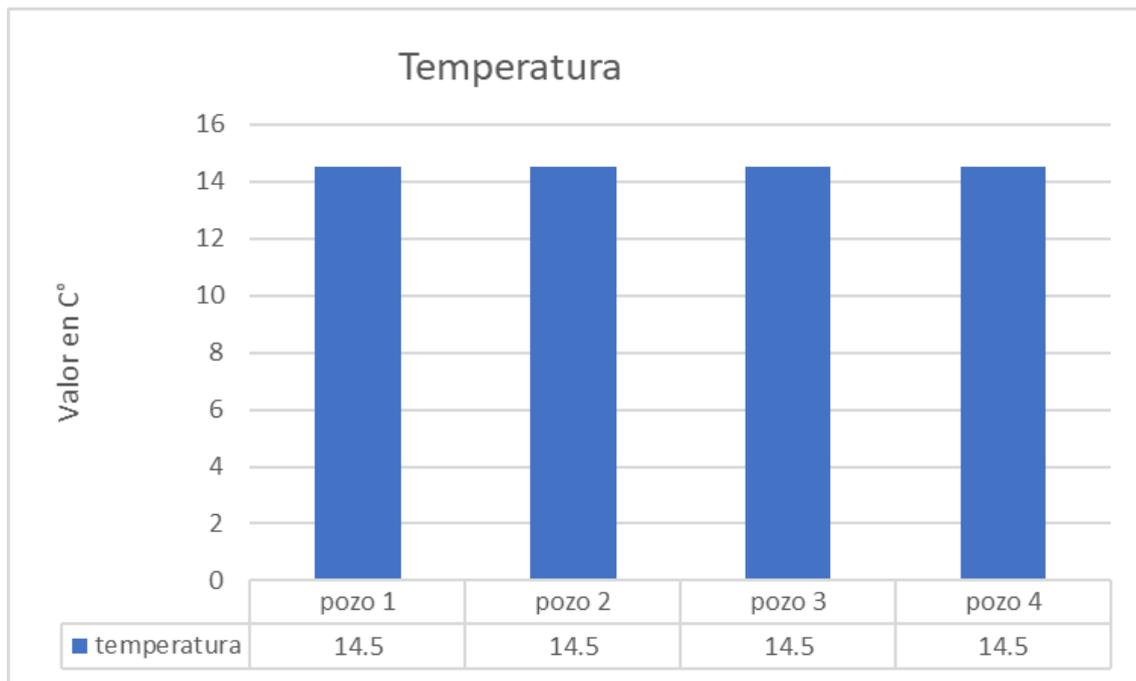


Figura N° 06: Resultados de temperatura de laboratorio.

Los resultados obtenidos son parecidos al estudio de Curo (2017), quien obtuvo un resultado de 16°C, en nuestro estudio reportamos un valor por debajo del mismo.

4.2.3. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

El conteo de conductividad en cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, el valor superior es de 285.5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. en el pozo 2 y el valor inferior es de 147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el pozo 4, tal como se aprecia en la figura N° 07, los valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, su valor promedio es de 217.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$. como indica la tabla N° 07.

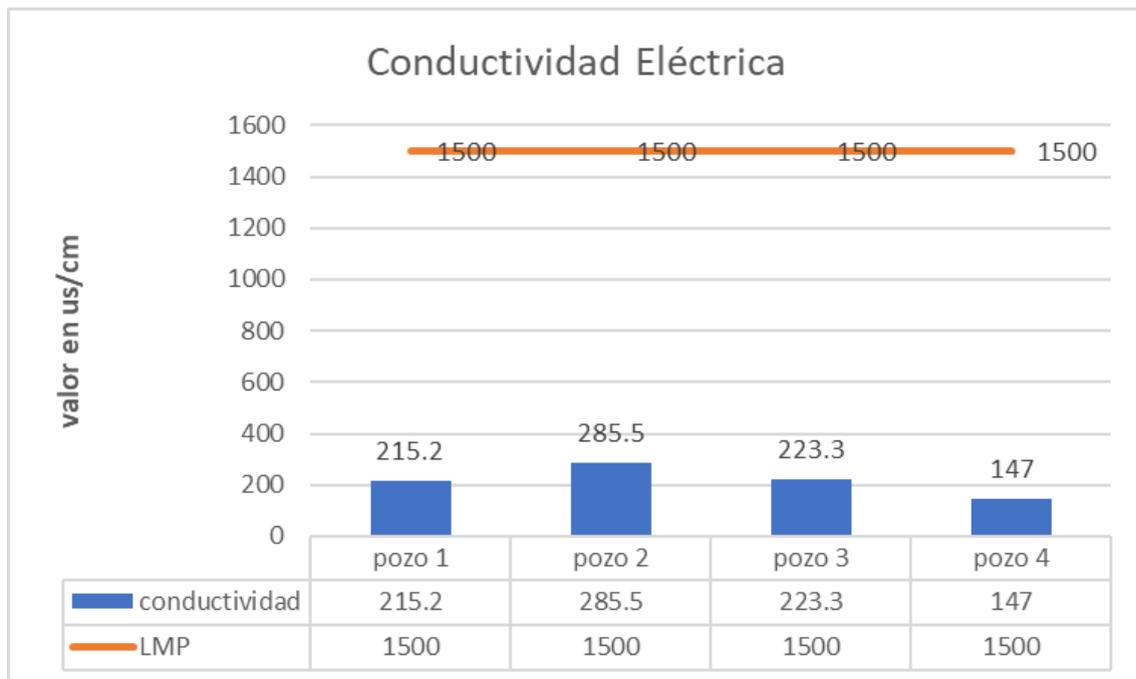


Figura N° 07: Resultados de conductividad eléctrica.

Los resultados obtenidos están por debajo de la media comparados con el estudio de Díaz & Sarmiento (2018), quien obtuvo un resultado de 1175 $\mu\text{S}/\text{cm}$. que no sobrepasa los LMP, otro estudio de Molina (2018), quien obtuvo un resultado de 1354 $\mu\text{S}/\text{cm}$. no sobrepasan los LMP y en el estudio Sandoval (2021), quien obtuvo un resultado de 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$. que sobrepasa los LMP.

4.2.3.1. PRUEBA DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

- H1 El parámetro de conductividad eléctrica, exceden con los Límites Máximos Permisibles (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$): $u > 1500$.
- H0 El parámetro de conductividad eléctrica, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$): $u \leq 1500$.

Tabla N° 09: prueba T para una muestra - conductividad eléctrica.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Conductividad eléctrica	4	217.750	56.665	28.333		
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1500						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Conductividad eléctrica	-45.257	3	0.000	-1282.25	-1372.417	-1192.080

Como se observa en la tabla N° 09 el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -45.257 por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) por lo que se evidencia que los parámetros de conductividad en la muestra de agua no exceda los Límites Máximos Permisibles.

4.3. POR OBJETIVO ESPECÍFICO(3)

“Los parámetros químicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles.”

Tabla N° 10: Resultados de análisis Químicos.

Parámetros	Unidad	Pozo 1	Pozo 2	Pozo 3	Pozo 4	Promedio	LMP
pH	pH	6.74	7.06	6.87	6.75	6.86	6.5-8.5
Total de sólidos disueltos TDS	mg/L.	196.6	260.4	204.1	134.6	198.93	1000
Dureza total como (CACO ₃)	mg/L.	78.8	123.2	80.5	76.7	89.8	500
Cloruros	mg/L.	13.8	15.7	15.2	10.1	13.7	250
Sulfatos	mg/.	25	48.2	40.5	12.8	31.63	250
Cloro residual	mg/L.	0	0	0	0	0	0.5-1

4.3.1. pH

Los resultados de potencial de hidrógeno(pH) de cuatro(4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani, su valor superior es de 7.6 en el pozo 2 y el valor inferior es de 6.74 en el pozo 1 tal como se aprecia en la figura N° 08, los valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, su valor promedio es 6.86 como indica la tabla N° 10.

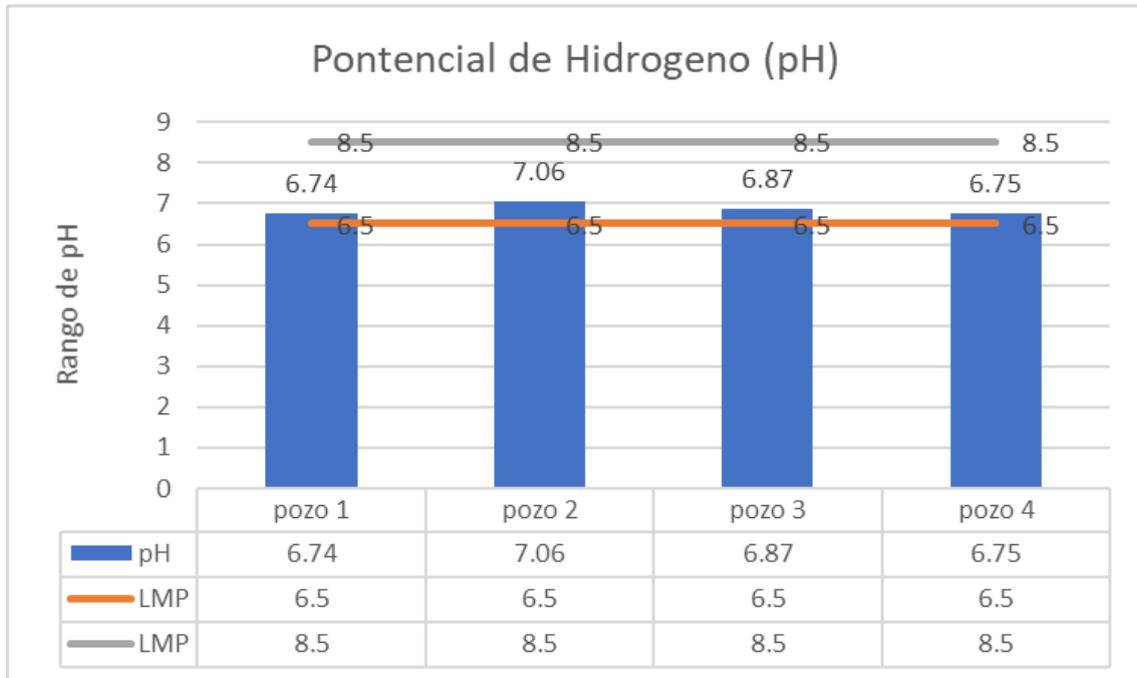


Figura N° 08: Resultados de potencial de hidrógeno(pH).

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparados con el estudio de Robles et al. (2017), quien obtuvo un resultado de 8.3 que esta encuentra sobre los LMP, asimismo, Curo (2017), quien obtuvo un resultado de 7.4 que se encuentra sobre los LMP y otro estudio de Albornoz (2020), quien obtuvo un resultado de 6.7 que se encuentra sobre los LMP.

4.3.1.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA pH

- H1 el parámetro de pH, exceden con los Límites Máximos Permisibles (6.5-8.5): $u < 6.5$ o $u > 8.5$.
- H0 el parámetro de pH, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (6.5-8.5): $u \geq 6.5$ o $u \leq 8.5$.

Tabla N° 11: Prueba T para una muestra - pH.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
pH	4	6.855	0.149	0.074		
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 6.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
pH	4.76	3	0.018	0.355	-0.118	-0.592
Valor de prueba = 8.5						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
pH	-22.098	3	0.000	-1.645	-1.882	-1.408

Como se observa en la tabla N° 11 para 6.5 o 8.5 el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, si H_0 es ≥ 6.5 existe un contraste unilateral a la izquierda, el valor-t es

4.76 por lo que se acepta hipótesis nula(H_0), si $H_0 \leq 8.5$ existe un contraste unilateral a la izquierda, el valor-t es -22.098 por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) por lo que se evidencia que los parámetros pH en la muestra de agua no exceden los Límites Máximos Permisibles.

4.3.2. SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS(TDS)

Los resultados de sólidos totales disueltos (TDS) de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, su valor superior es de 260.4 mg/L. en el pozo 2 y el valor inferior es de 134.6 mg/L. en el pozo 4, tal como se aprecia en la figura N° 09, su valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, su valor promedio es de 198.93 mg/L como indica en la tabla N° 10.

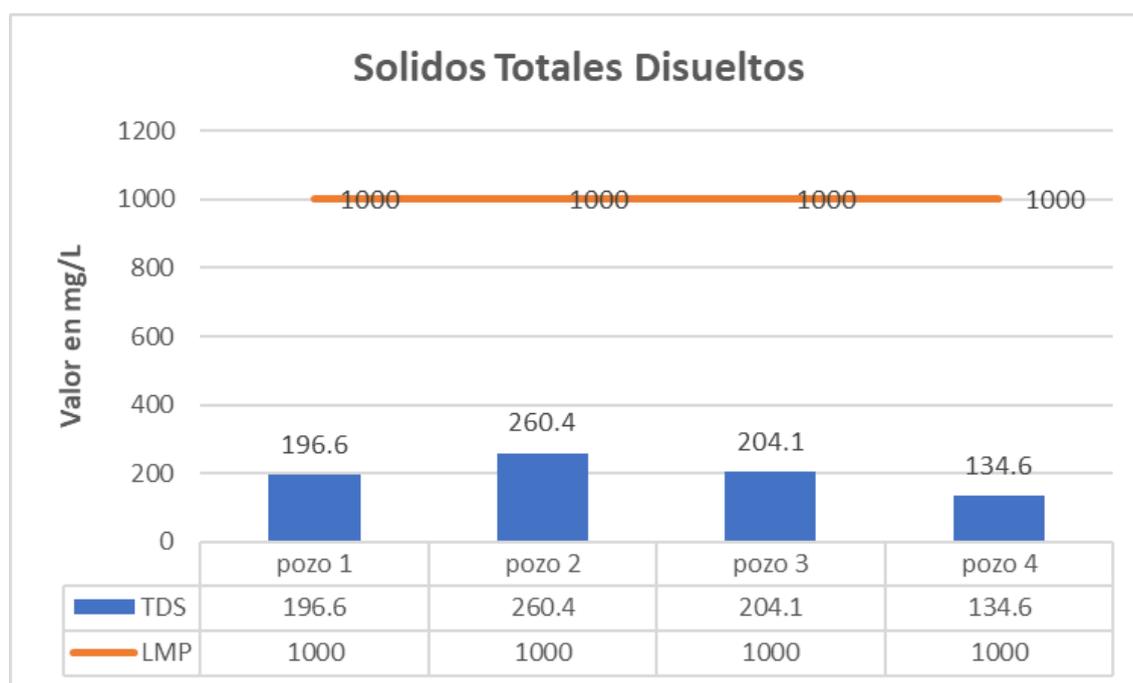


Figura N° 09: Resultados de sólidos totales disueltos (TDS).

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparándolos con el estudio de Curó (2017), quien obtuvo un resultado de 895.5 mg/L. que no sobrepasa los LMP, con el estudio de Robles et al. (2017) quien obtuvo un resultado de 238 mg/L. no sobrepasan

los LMP y por el estudio Molina (2018), quien obtuvo un resultado de 53.5 mg/L. que no sobrepasa los LMP.

4.3.2.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA STD

- H1 El parámetro de SDT, exceden con los Límites Máximos Permisibles (1000 mg/L): $\mu > 1000$.
- H0 El parámetro de SDT, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (1000 mg/L): $\mu \leq 1000$.

Tabla N° 12: Prueba T para una muestra - Sólidos Totales Disueltos.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
TDS	4	198.925	51.4751	25.738		

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 1000						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
TDS	-31.125	3	0.000	-801.075	-882.983	-719.166

Como se observa en la tabla N° 12 el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -31.125 por lo que se acepta la

hipótesis nula (H0), por lo que se evidencia que los parámetros de sólidos totales disueltos en la muestra de agua no exceden los Límites Máximos Permisibles.

4.3.3. DUREZA TOTAL

Los resultados de dureza total (CACO3) de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, el valor superior es de 123.2 mg/L. en el pozo 2 y el valor inferior es de 76.7 mg/L. en el pozo 4 tal como se aprecia en la figura N° 10, sus valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, su valor promedio es de 89.8 mg/L tal como indica la tabla N° 10.

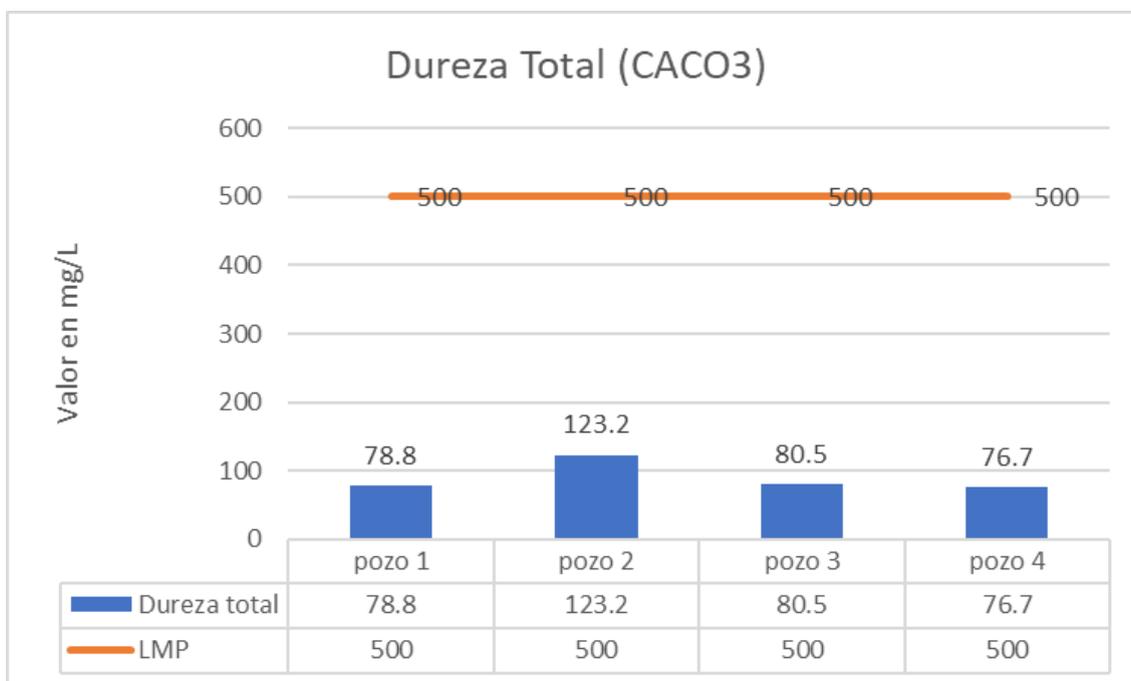


Figura N° 10: Resultados de dureza total (CACO3).

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparándolos con el estudio de Robles et al. (2017), quien obtuvo un resultado de 311 mg/L. que no sobrepasa los LMP, con el estudio de Según Reyes (2019), quien obtuvo un resultado de 230.52 mg/L. no sobrepasan los LMP y por el estudio Quispe (2017), quien obtuvo un resultado de 7.19 mg/L. que no sobrepasa los LMP.

4.3.3.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA DUREZA TOTAL

- H1 El parámetro de dureza total, excede con los Límites Máximos Permisibles (500 mg/L): $\mu > 500$.
- H0 El parámetro de dureza total, no excede con los Límites Máximos Permisibles (500 mg/L): $\mu \leq 500$.

Tabla N° 13: Prueba T para una muestra - Dureza total.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Dureza	4	89.800	22.321	11.160		
Total						
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 500						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Dureza	-36.755	3	0.000	-410.2	-445.717	-374.682
Total						

Como se observa en la tabla N° 13 el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -36.755 por lo que acepta la

hipótesis nula (H0) por lo que se evidencia que los parámetros de dureza total en la muestra de agua no excede los Límites Máximos Permisibles.

4.3.4. CLORUROS

Los resultados de cloruros de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, el valor superior es de 15.7mg/L. en el pozo 2 y el valor inferior es de 10.1 mg/L. en el pozo 4 tal como se aprecia en la figura N° 11, sus valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, su valor promedio es de 13.7 mg/L. tal como indica la tabla N° 10.

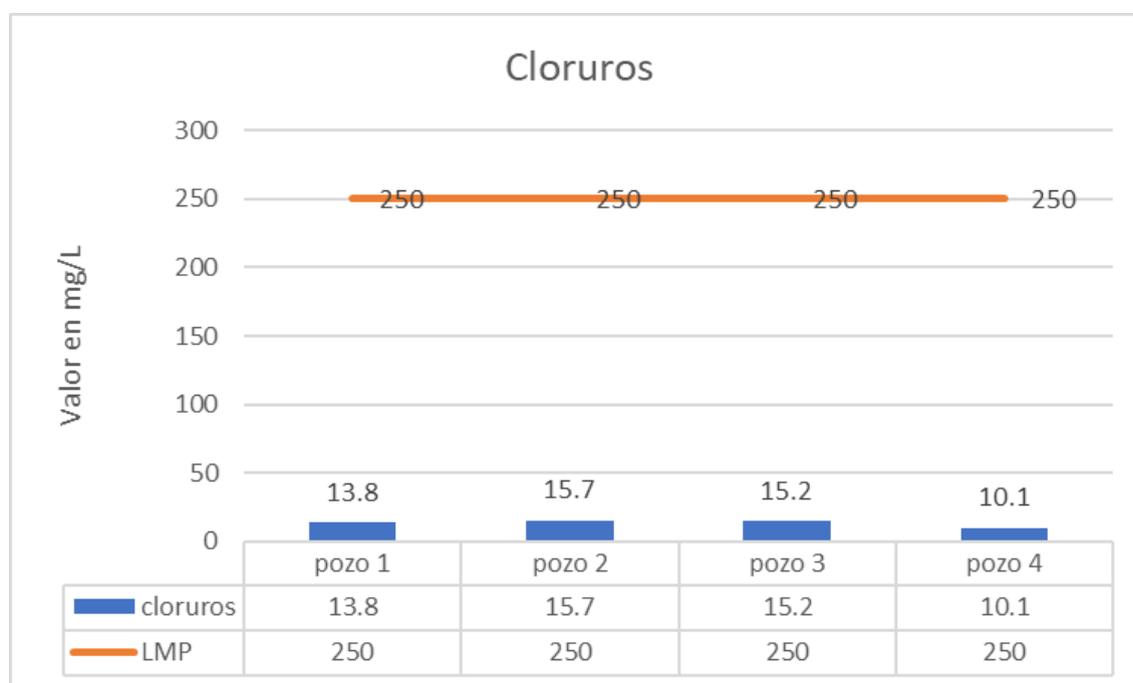


Figura N° 11: Resultados de cloruros.

Los resultados obtenidos están debajo de la media comparándolos con el estudio de Molina (2018), quien obtuvo un resultado de 100.7 mg/L que no sobrepasa los LMP; asimismo el estudio de Trigos (2017), que obtuvo un resultado de 184 mg/L que no sobrepasan los LMP y por el estudio Curo (2017), quien obtuvo un resultado de 130.4 mg/L que no sobrepasa los LMP.

4.3.4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA CLORUROS

- H1 El parámetro de cloruros, exceden con los Límites Máximos Permisibles (250 mg/L): $\mu > 250$.
- H0 El parámetro de cloruros, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (250 mg/L): $\mu \leq 250$.

Tabla N° 14: Prueba T para una muestra - cloruros.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Cloruros	4	13.7	2.531	1.265		

Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 250						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cloruros	-186.714	3	0.000	-236.300	-240.328	-232.272

De la tabla N° 14, se observa que el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, en el que existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -186.714 por lo que se acepta la hipótesis nula (H0) de lo que se evidencia que los parámetros de cloruros en la muestra de agua no exceden los Límites Máximos Permisibles.

4.3.5. SULFATOS

Los resultados de sulfatos de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, el valor superior es de 48.2 mg/L. en el pozo 2 y un valor inferior es de 12.8 mg/L. en el pozo 4, que se aprecia de la figura N° 12, sus valores no exceden los Límites Máximos Permisibles, el valor promedio es de 31.63 mg/L. como se indica en la tabla N° 10.

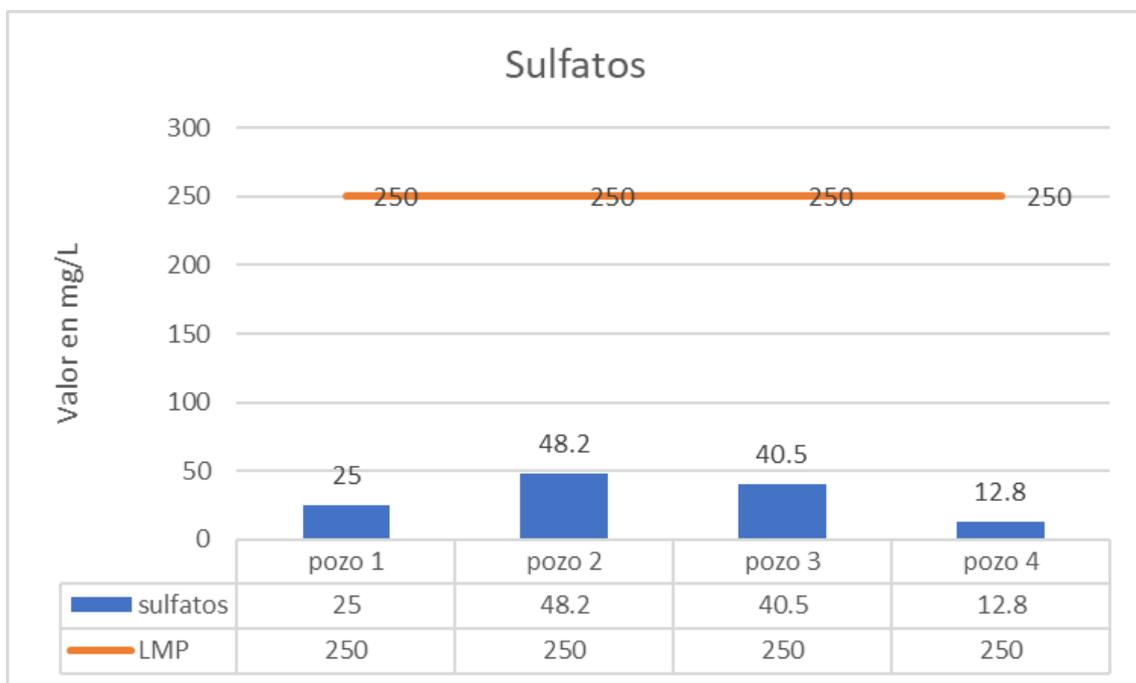


Figura N° 12: Resultados de sulfatos.

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparándolos con el estudio de Ochoa (2020), quien obtuvo un resultado de 3.83 mg/L. que no sobrepasa los LMP, con el estudio de Albornoz (2020), quien obtuvo un resultado de 0 mg/L. que no sobrepasan los LMP y con el estudio de Trigos (2017), quien obtuvo un resultado de 109 mg/L. que no sobrepasa los LMP.

4.3.5.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS PARA SULFATOS

- H1 El parámetro de sulfatos, exceden con los Límites Máximos Permisibles (250 mg/L): $\mu > 250$.
- H0 El parámetro de sulfatos, no exceden con los Límites Máximos Permisibles (250 mg/L): $\mu \leq 250$.

Tabla N° 15: Prueba T para una muestra - sulfatos.

Estadísticas para una muestra						
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio		
Sulfatos	4	31.625	15.830	7.915		
Prueba para una muestra						
Valor de prueba = 250						
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Sulfatos	-27.590	3	0.000	218.375	-243.564	-193.185

Como se observa en la tabla N° 15 el valor de $p < 0.05$ es estadísticamente significativo, existe un contraste unilateral a la derecha, el valor-t es -27.590, consecuentemente se acepta la hipótesis nula (H0), por lo que se evidencia que los parámetros de sulfatos en la muestra de agua no exceden los límites máximos permisibles.

4.3.6. CLORO RESIDUAL

Los resultados de cloro residual de cuatro (4) muestras, de agua subterránea para el consumo humano, procedente de la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, cuyos valores son 0 tal como se aprecia de la figura N° 13, indicando que no existe presencia de cloro residual. Que de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA debe estar en una frecuencia de 0.5 – 1. Por lo cual no cumple con dicho requerimiento.

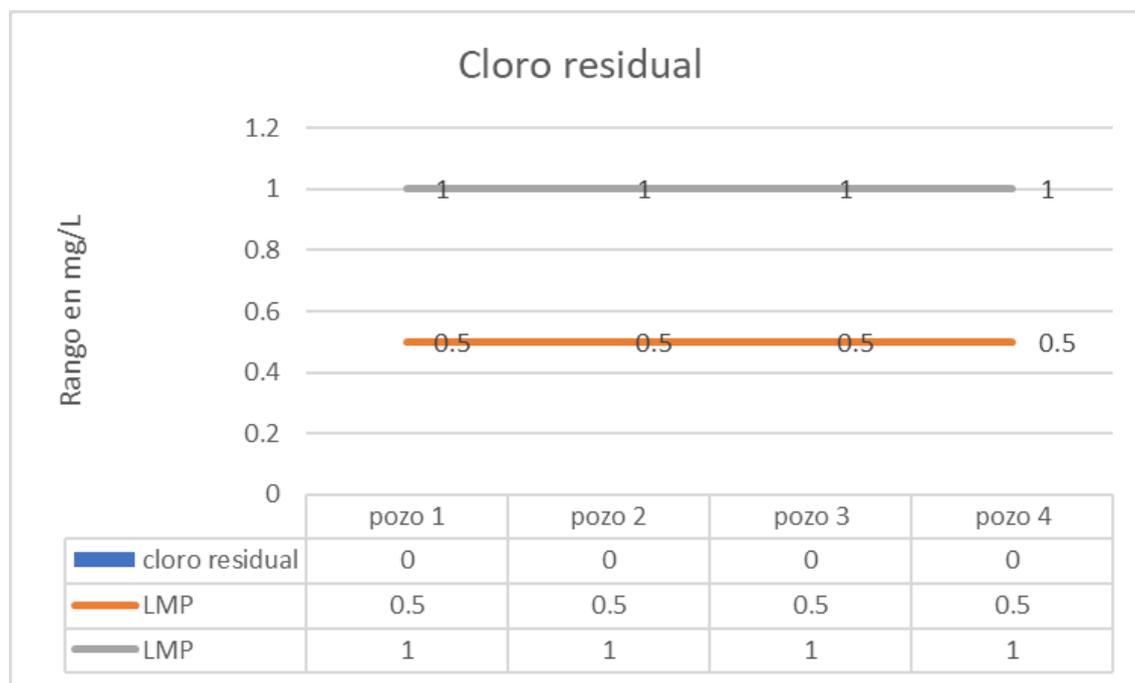


Figura N° 13: Resultados de Cloro Residual.

Los resultados obtenidos están dentro de la media comparándolos con el estudio de Tavera (2018), quien obtuvo un resultado similar de 0 mg/L. que no cumple con los LMP D.S. N° 031-2010-SA, con el estudio de Díaz & Sarmiento (2018), quien obtuvo un resultado de 0.3 mg/l que no cumple con los LMP.

4.4. ANÁLISIS DE HIPÓTESIS

4.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Con respecto a **“Los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, no es apta para el consumo humano según el D.S. N° 031-2010-SA”**.

- De los 3 parámetros establecidos en la presente investigación, 2 hipótesis específicas son nulas H0 (físicos - químicos) y 1 hipótesis específica es alterna H1 (bacteriológicos).

Pues la mayoría de los parámetros (físicos - químicos) cumple con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N° 031-2010-SA, pero en los parámetros bacteriológicos, existe la presencia elevada de coliformes totales siendo un parámetro de importancia, por lo que, se rechaza la hipótesis nula.

4.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Con respecto a **“Los parámetros bacteriológicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles”**

El promedio de los parámetros bacteriológicos para coliformes totales es 14516 UFC/100 mL. el que excede los LMP y para coliformes termotolerantes es 0 UFC/100 mL. el cual no excede los LMP, viendo que afecta negativamente la calidad de agua para el consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, por lo que, acepta la hipótesis alterna.

- Con respecto a **“Los parámetros físicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, exceden los límites máximos permisibles”**

El promedio de los parámetros físicos para turbiedad es 4.71 UNT, para temperatura 14.5°C, para conductividad eléctrica 217.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ los cuales no exceden los Límites Máximos Permisibles, por lo que, se acepta la hipótesis nula.

- Con respecto a **“Los parámetros químicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno - 2022, exceden los Límites Máximos Permisibles”**

El promedio de los parámetros químicos para pH es 6.86, para sólidos totales disueltos es 198.93 mg/L, para dureza total 89.8 mg/L, para cloruros 13.7 mg/L, para sulfatos 31.63 mg/L los cuales no exceden los Límites Máximos Permisibles, mientras para cloro residual su valor es 0 no cumple con este requerimiento, como la mayoría de parámetros cumple con los Límites Máximos Permisibles, por lo que, se acepta la hipótesis nula.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- El agua subterránea utilizada para el consumo humano en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, en los parámetros físico-químicos, no exceden los Límites Máximos Permisibles según normativa del Decreto Supremo 031-2010-SA, sin embargo en los parámetros bacteriológicos existe la presencia de coliformes totales, considerando este agua no apta. A razón de ello, el agua captada en estos pozos debe pasar por un tratamiento de potabilización (cloración) antes de su consumo.

SEGUNDA.- Los resultados hallados en el laboratorio, respecto del agua subterránea utilizada para consumo humano en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, sobre el parámetro bacteriológicos: coliformes termotolerantes, esta no excede los Límites Máximos Permisibles, con un promedio de 0 UFC/100 mL., sin embargo en el coliformes totales exceden los Límites Máximos Permisibles con un promedio de 14516 UFC/100 mL. Por lo tanto, se comprueba que excede los Límites Máximos Permisibles de acuerdo a esta investigación.

TERCERA.- Los resultados hallados en el laboratorio, respecto del agua subterránea utilizada para consumo humano en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, sobre parámetros físico: temperatura con un promedio de 14.5 °C, conductividad con un promedio de 217.75 μ S/cm y turbiedad con un promedio 4.93 UNT, no exceden los Límites Máximos Permisibles de acuerdo a esta investigación.

CUARTA.- Los resultados hallados en el laboratorio, respecto del agua subterránea utilizada para consumo humano en la Urbanización Magisterial, zona 4 Totorani - Alto Puno, sobre parámetros químicos: pH con un valor promedio 6.85, sólidos totales disueltos con un valor promedio 198.925 mg/L., dureza total con un valor promedio 89.8 mg/L., cloruros con un valor promedio 13.7 mg/L. y sulfatos con un valor promedio 31.62 mg/L. a excepción de cloro residual no exceden los Límites Máximos Permisibles de acuerdo a esta investigación.

RECOMENDACIONES

PRIMERA.- A la Municipalidad del Centro Poblado de Alto Puno, a través de su área técnica municipal, cumpla con velar por la calidad de agua para consumo humano que consumen los pobladores de las diferentes Urbanizaciones de acuerdo al Decreto Legislativo N° 1280.

SEGUNDA.- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Privada San Carlos, incentivar investigaciones que ayudará a conocer si la calidad de agua de pozos subterráneos es apta para consumo humano en la provincia de Puno.

TERCERA.- A futuros estudios ampliar el área de investigación a las Urbanizaciones aledañas, que cuenten con pozos subterráneos tomando en consideración las épocas (lluviosa y seca).

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, L. (2020). *Comparación De Los Parámetros Físicos – Químicos Y Biológicos De Los Tres Manantiales De Inca Jircan En El Centro Poblado De Huacarcocha, Distrito De Rondos Provincia De Lauricocha – Huánuco, Marzo—Mayo Del 2019*. Universidad de Huánuco.
- Apaza, A., & Halanocca, C. (2018). *Determinación De La Calidad Físico Química Microbiológica Del Agua Para Consumo Humano De Pozos Tubulares De La Urbanización Satélite De La Ciudad De Juliaca*. Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez”.
- Baeza Gómez, E. (2016). *Calidad de Agua. DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS, EXTENSIÓN Y PUBLICACIONES*.
- Cárdenas, J. A. C. (2022). *Calidad del agua para estudiantes de ciencias ambientales*. Ecoe Ediciones.
- Curo, M. (2017). *Calidad Bacteriológica Y Fisicoquímica Del Agua De Pozos Con Fines De Consumo Humano En El Distrito De Huata – Puno, 2016*. Universidad Nacional Del Altiplano.
- Díaz, G., & Sarmiento, G. (2018). *Evaluación de la calidad de agua en pozos del municipio de Amapala, Valle, Honduras*. 49.
- D.S. N°031-2010-SA. (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano (Dirección General de Salud Ambiental)*. Dirección General de Salud Ambiental.
- Flores, J. C. (2018). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Fontalvo, J., Luna. (2020). *Métodos analíticos de microbiología general y aplicada*. Editorial Unimagdalena.
- García, F. J. G. (2019). *Minimización de vertidos para el desarrollo sostenible*. Editorial Elearning, S.L.

- GIZ. (2017). *Manual de cloración del agua en sistema de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural* (Cooperación Alemana, implementada por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH).
- Gutierrez, M. (2019). *Calidad Bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo Humano en el centro poblado de Virú, Distrito Virú, Perú, 2018*. Universidad Nacional de Trujillo.
- López, J., Fórnez, F., & Ramos, G. (2009). *Las aguas subterráneas un recurso del subsuelo*. (4ta ed.). Instituto Geológico y Minero de España.
- Marín, R. (2000). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE LAS AGUAS*.
- Marin, R. (2019). *Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: Tratamiento y control de calidad de aguas*. Ediciones Díaz de Santos.
- Martínez, C. J. M. (2019). *Potabilización del agua*. Editorial Elearning, S.L.
- MINAM. (2011). *Compendio de la legislación ambiental Peruana* (Dirección General de Políticas, Normas e Instrumentos de Gestión Ambiental del Ministerio del Ambiente). 1era.
- Molina, L. (2018). *Propuesta De Uso Del Agua Subterránea Del Distrito De Uraca-Corire Para El Consumo Humano Mediante La Identificación De Los Parámetros Fisicoquímicos Y Microbiológicos*. 134.
- Muños, G. (2020). *Evaluación de la calidad de agua subterránea de Riobamba mediante el índice de calidad de agua ICA-NSF*. Universidad De Las Fuerzas Armadas.
- Ochoa, D. (2020). *Diagnóstico y Evaluación del Agua Subterránea que Abastece a la Comunidad de la Vereda*. 80.
- OMS. (2022). *Desarrollo de reglamentos y normas de calidad del agua de consumo humano: Orientación general con especial atención a los países con recursos limitados*. World Health Organization.
- OPS. (2022). *Saneamiento Básico: Agua segura, disposición de excretas y manejo de la basura*. Organización Panamericana de la Salud.

- Organismo Mundial de la Salud. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano: Vol. Cuarta Edición*.
- Organización Panamericana de la Salud. (1998). *Guías para la Calidad del Agua Potable "Control de la Calidad del Agua Potable en Sistemas de Abastecimiento para Pequeñas Comunidades*. (Vol. 3).
- Organización Panamericana de la Salud. (2003). *La fórmula del agua segura*.
- Palau, M. (2018). *Calidad del agua de consumo humano en España* (Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social). <http://publicacionesoficiales.boe.es>
- Pari, A. (2019). *Índice Bacteriológico del Agua De Pozos Artesanales en la Urbanización Natividad, Distrito De San Miguel*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Paris, M., Gutiérrez, J., & Marín, J. (2018). Calidad de agua subterránea en el sector centro occidental del municipio Miranda (estado Zulia, Venezuela): *Aqua-LAC*, 10(2), Art. 2. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2018-v10-2-04>
- Picó, A. G., Mayor, M. A. G., Yagüe, J. C. B., & González, G. P. (2019). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Piguave, J., Castellano, M. J., Macías, A., Vite, F., Ponce, M., & Avila, J. (2019). *Calidad microbiológica del agua subterránea como riesgo epidemiológico en la producción de enfermedad diarreica infantil. Revisión Sistemática*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.3556409>
- Pranada, J., & García, J. (2018). *CRITERIOS DE CALIDAD Y GESTIÓN DEL AGUA POTABLE*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. https://books.google.com/books/about/CRITERIOS_DE_CALIDAD_Y_GESTI%C3%93N_DEL_AGUA.html?hl=es&id=_bOWDwAAQBAJ
- Quispe, D. (2017). *Calidad Bacteriológica Y Físico-química Del Agua De Seis Manantiales Del Distrito De Santa Rosa-Melgar*. Universidad Nacional Del Altiplano Puno, 85.
- Ramírez, C. A. S. (2021). *Calidad del agua: Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U.

- Resolución Directoral N°160-2015/DIGESA/SA. (2015). *Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano – R.D. N° 160- 2015.*
- Reyes, G. (2019). Verificación del Cumplimiento de los Parámetros del Reglamento de la Calidad del Agua para el Asentamiento Humano Vista Alegre Mediante el Análisis Físicoquímico Y Microbiológico Del Manantial De Pacan—San Luis—Amarilis—Huanuco, Periodo Setiembre—Noviembre Del 2018. *Universidad de Huánuco*. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1599>
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 35(2), 236-247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Robles, E., Espinosa Niño, F., Cruz, F., Guzmán Monterrosa, H., & Hernández, H. (2017). Caracterización físicoquímica y bacteriológica del agua subterránea del municipio de Villa de Acapetahua, Chiapas, México. *Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas*, 5.
- Rodríguez, & Giménez, E. (2018). Aplicación del análisis de componentes principales en la investigación de aguas de pozo para el consumo humano. *Población y Desarrollo*, 45, 38-52.
- Ruiz, L. (2010). *Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: Beneficios potenciales y determinantes de éxito*. 73.
- Sanchez, J. (2017). *Contaminación de aguas subterráneas*. Dpto Geología Univ. Salamanca. <http://hidrologia.usal.es>
- Sandoval, E. (2021). *Análisis de la Calidad de Agua Para el Consumo Humano en Pozos Tubulares del Centro Poblado de Moro Paucarcolla, Puno*. Universidad Privada San Carlos.
- Sigler, P. W. A., & Bauder, J. (2017). *Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales*. 1.
- Smardache, F., & Leyva, M. (2018). *Neutrosophic Computing and Machine Learning (NCML): An international Book Series in Information Science and Engineering*.

(Vol. 2).

https://books.google.com/books/about/Neutrosophic_Computing_and_Machine_Learn.html?hl=es&id=4dcrEAAAQBAJ

Soriano, M. (2018). *Evaluación de calidad fisicoquímica microbiológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el centro poblado Pata Pata-2018*. Universidad Privada Del Norte.

SUNASS. (2004). *La calidad del agua potable en el Perú*.

Tavera, R. G. (2018). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el asentamiento humano Señor de los Milagros, Distrito de Yarinacocha-Región Ucayali-2018*. Universidad Nacional de Ucayali.

Trigos, C. (2017). *Calidad Bacteriológica Y Fisico-química Del Agua De Consumo Humano Del Centro Poblado De Alto Puno*. Universidad Nacional De San Agustín.

Universidad Continental. (2017). *Contaminación de aguas Guías de Laboratorio*.

Universidad Continental. ucontinental.edu.pe

Waterboards. (2022). *Folleto informativo de agua*.

https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3120sp.pdf

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA: DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS Y FISCOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO, EN LA URBANIZACIÓN MAGISTERIAL, ZONA 4 TOTORANI - ALTO PUNO -2022						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p>GENERAL</p> <p>¿Cuál es la concentración de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para Consumo Humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani Alto Puno 2022, en relación D.S. N° 031-2010-SA?</p>	<p>GENERAL</p> <p>Evaluar los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para Consumo Humano en la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani Alto Puno 2022, en relación D.S. N° 031-2010-SA</p>	<p>GENERAL</p> <p>Los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial zona 4 Totorani - Alto Puno - 2022, no es apta para el consumo humano según el D.S. N° 031-2010-SA</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Características del agua (parámetros bacteriológicos, parámetros físicos y parámetros químicos)</p>	<p>-Bacterias coliformes totales</p> <p>-Bacterias coliformes fecales</p> <p>-Temperatura</p> <p>-Conductividad</p> <p>-Sólidos disueltos</p> <p>-Turbidez</p> <p>-pH</p>	<p>OBSERVACIÓN:</p> <p>Análisis de laboratorio.</p>	<p>-Media aritmética</p> <p>-T-student para una muestra</p>

<p>ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es la concentración bacteriológica del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno en relación de los Límites Máximos Permisibles?</p>	<p>ESPECÍFICOS</p> <p>Evaluar los parámetros bacteriológicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani Alto Puno.</p>	<p>ESPECÍFICOS</p> <p>Los parámetros bacteriológicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>calidad del agua subterránea</p>	<p>-sulfatos -Cloruros -Dureza Total -Aceptable</p>		
<p>¿Cuál es la concentración física del subterráneo para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno en relación de los Límites</p>	<p>Evaluar los parámetros físicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani Alto Puno.</p>	<p>Los parámetros físicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno, exceden los Límites Máximos Permisibles.</p>				

<p>Máximos Permisibles?</p> <p>¿Cuál es la concentración Químico del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno en relación de los Límites Máximos Permisibles?</p>	<p>Evaluar los parámetros químicos del agua subterránea para consumo humano en la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani Alto Puno.</p>	<p>Los parámetros químicos del agua subterránea de la Urbanización Magisterial Zona 4 Totorani, Alto Puno, no exceden los Límites Máximos Permisibles.</p>				
---	---	--	--	--	--	--

Anexo N° 02: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte almacenamiento y recepción de agua para el consumo humano.



- 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.dicesa.minsa.gob.pe Calle Las Amapolas N° 350
www.dicesa.lima.pe Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio de Salud

Comisión General de Evaluación y Control de Medicamentos

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 del 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.std.pe

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





negativa dentro de las tuberías o frecuente rotura de tuberías, considerando las siguientes situaciones:

- Porque se presentan bajas presiones en horas de mayor consumo.
- Porque están sujetos a permanentes cortes de servicio por racionamiento de agua.
- Porque estando alimentados por un sistema de bombeo están sujetos a permanentes cortes de energía.
- Donde se presentan permanentes fallas de servicio, por roturas de las tuberías de distribución, debido a la antigüedad de la tubería.
- Aquellas zonas que carecen de alcantarillado sanitario.

En cualquiera de las circunstancias anteriormente mencionadas hay un alto riesgo de ingreso de agua contaminada proveniente del suelo circundante a la tubería, porque al estar vacías, se presentan en su interior presiones negativas, favoreciendo el ingreso de agua contaminada a través de uniones defectuosas, perforaciones o fisuras, especialmente si éstas ya han excedido el periodo de vida útil.



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



F. QUICHIZ



P. RETUERTO

- Distribuidos de forma uniforme a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua.

Los puntos de muestreo que se identifiquen a lo largo y ancho del sistema de distribución de agua para consumo humano, deben representar todo el sistema de tal forma que el muestreo sea representativo de la calidad del agua para consumo humano que se distribuye.

- En aquellos puntos después de la mezcla del agua proveniente de las diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua que ingresan al sistema de distribución.

Con el fin de determinar rápidamente la fuente responsable de eventuales alteraciones en la calidad del agua mezclada, se deben ubicar puntos de muestreo, previos al sitio en donde se mezclen aguas provenientes de diferentes fuentes de abastecimiento o tratamiento de agua y que ingresan al sistema de distribución.

- En aquellos puntos de abastecimiento para la población, por otros mecanismos que tienen algunas redes de distribución, tales como piletas públicas y surtidores de camiones cisterna.

Dadas las características especiales de estos puntos de abastecimiento, que por lo general están ubicados en zonas públicas y son transitorios, el muestreo puede hacerse directamente utilizando los mismos dispositivos para dispensar el agua al público, como por ejemplo en el grifo de la piletta pública o surtidores de camiones cisterna, previo los procedimientos de desinfección de éste.

- c) **Puntos de muestreo provisionales.** Los puntos de muestreo provisionales, deberán ser fijados teniendo en cuenta las siguientes situaciones:

- Cuando se presenta riesgo en la población por algún evento natural o antrópico que pueda alterar la calidad del agua.

www.digesa.minsa.gob.pe
www.digesa-100.pe

Calle Las Amapolas N° 350
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central telefónica (511) 831-4430



Se trata de aquellos casos en que por efecto de un desastre natural o antrópico puede resultar afectado seriamente el sistema de suministro de agua para consumo humano de una población.

Por cualquier desastre natural o antrópico, la autoridad municipal considerará necesario ubicar temporalmente a la población en una instalación pública (estadio o escuela) o en un campamento ubicado en un terreno que se pueda abastecer por agua preferiblemente de la red de distribución.

Cuando por desastres naturales o antrópicos, es necesario ubicar temporalmente a una población superior a 500 personas por un periodo de tiempo mayor a 3 días, se deberá establecer al menos un punto de muestreo provisional, para monitorear la calidad del agua de la red de distribución en el sector de reubicación. La toma de agua puede hacerse desde un dispositivo instalado en la conexión provisional al campamento.



- Donde inusualmente surjan quejas de los usuarios relacionadas con la calidad del agua, daños en las tuberías o baja presión.

Cuando se presenten en un sector de la red de distribución quejas inusitadas por mala calidad del agua, por alteración de sus características tales como elevada turbiedad o color, olor y/o sabor desagradables, presencia de aceite, material flotante o cualquier aspecto sospechoso que los usuarios reporten como anormales a simple vista, es necesario que se establezca un punto provisional de muestreo representativo de la calidad del agua en el sector afectado, para vigilar la calidad del agua mientras se corrige la falla que dio origen a dicha alteración.



Corresponde a la Autoridad Sanitaria hacer el seguimiento a esta contingencia hasta que el servicio se restablezca en condiciones normales.



6.2.2.2. Toma de Muestras

a) Consideraciones generales:

- La toma de muestra debe ser realizada por personal autorizado para la actividad, a fin de asegurar que las muestras sean representativas del agua que está siendo suministrada a los consumidores y que durante el muestreo y transporte su composición no se modifique.
- El punto de muestreo debe ser identificado, en la determinación de la ubicación se utilizará el sistema de posicionamiento Satelital (GPS), la misma que se registrará en coordenadas UTM y utilizará para el registro de información.
- Considerar un espacio de 2,5 cm aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión, adición de preservantes y homogenización de las muestras.



Tomar en cuenta:

- **Captación**
Para el caso de manantiales, remover todo tipo de maleza, residuos y/o desechos ubicados alrededor de la tapa de la cámara húmeda.



www.cigesa.minsa.gob.pe
www.cigesa.sld.pe

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



PERÚ Ministerio de Salud

Director 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.slo.pe

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



- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.
- Cumplir con los requisitos indicados 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. Parámetros Orgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella.
- Cumplir con los requisitos indicados 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



6.2.2.3. Frecuencia de Muestreo y Parámetros

- a) La frecuencia de muestreo, puede afectar el grado de representatividad, cuando el intervalo seleccionado no permita la detección de cambios importantes de las características de calidad de las aguas, por lo que es recomendable establecer una frecuencia mínima de muestreo, que además de evidenciar tales cambios, sea razonable técnica y económicamente

Parámetros de Control Obligatorio (PCO)¹. Son parámetros de control obligatorio, los siguientes:

- Coliformes totales.
- Coliformes termotolerantes.
- Color
- Turbiedad
- Residual de desinfectante (cloro residual)
- pH.

En caso que el cloro residual sea menor a 0.5 mg/l, se procederá a tomar la muestra para el análisis de coliformes totales y termotolerantes.

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

Para sistemas de agua del ámbito urbano, la determinación de parámetros color, turbiedad y residual de desinfectante, se realizará semanalmente.

Para sistemas de agua del ámbito rural, la determinación de color, turbiedad, residual de desinfectante, se realizará mensualmente.

¹ Artículo 63 del Decreto Supremo N° 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano



PERÚ

Ministerio de Salud

Directorado General de Salud Ambiental

- La información recabada de la medición de parámetros de campo, así como la ubicación y descripción del punto de monitoreo se debe ingresar en la ficha de datos del campo (ver anexo n° 02), deberá estar llenada con letra imprenta legible, sin borrones ni enmendaduras consignando la información de la toma de muestras (tener en cuenta el mantenimiento, calibración de equipos de campo, revisión de los equipos de campo antes del muestreo).



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ



P. RETUERTO

c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Desamarre el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel y saque la cubierta del frasco para la toma de muestra.
- Evitar tocar el interior del frasco o la cara interna del tapón, sujetando esta con la mano mientras se realiza el muestreo, sin colocarlo sobre algún material que lo pueda contaminar.
- Mientras mantiene la tapa en la mano, ponga inmediatamente el frasco debajo del chorro de agua y llénelo dejando un pequeño espacio de aire para facilitar la agitación durante la etapa de análisis.
- Si el agua está clorada, el frasco de muestreo debe contener tiosulfato de sodio en un porcentaje 3% (0.1 ml de tiosulfato de sodio al 3% por cada 120 ml) a fin de bloquear la acción del cloro.
- Coloque la tapa en el frasco o enrosque la tapa fijando la cubierta protectora de papel kraft en su lugar mediante el cordón.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

d) Consideraciones para la toma de muestras parasitológicas e hidrobiológicas:

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.
- Tomar las muestras de preferencia en los mismos puntos de las tomas de muestras bacteriológicas y fisicoquímicas.
- En los puntos de captación, abrir el frasco de muestreo, invertirlo y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie y luego girarlo en contra de la corriente.
- En los puntos de reservorio, cisternas, grifo, pozo o reservorios de almacenamiento, abrir el frasco de muestreo y colocarlo debajo del chorro de agua del grifo.
- Para muestras destinadas a los ensayos hidrobiológicos, después de tomada la muestra, se agrega el preservante y se procede a cerrar herméticamente el frasco de muestreo e inmediatamente se agita vigorosamente.
- Sobre la cantidad de muestra necesaria ver el Listado de requisitos para la recepción de muestras ubicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp y completar la ficha de datos de campo.

e) Consideraciones para la toma de muestras físico químico:

a. Parámetros Inorgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra

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

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



PERÚ Ministerio de Salud

b) Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)

Son parámetros a incorporar a los de control obligatorio, que según los resultados de la acción de vigilancia, exceden los límites máximos permisibles (LMP) del Reglamento de la calidad del Agua para Consumo Humano, estos se indican a continuación:

- Parámetros microbiológicos: bacterias heterotróficas,
- Parámetros parasitológicos: huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos y nematodos en todos sus estadios evolutivos.
- Parámetros hidrobiológicos: organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos y rotíferos)
- Parámetros organolépticos: conductividad, sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc.
- Parámetros inorgánicos: plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, flúor, cianuros, nitratos, boro, clorito, clorato, molibdeno y uranio.
- Parámetros orgánicos: trihalometanos totales, hidrocarburos disueltos o emulsionados, aceites y grasas y microcistin-LR.



c) La frecuencia de muestreo² y los parámetros a analizar, se definen de acuerdo al ámbito; debiendo realizarse tomando en cuenta lo siguiente:

Parámetros	Ámbitos	Frecuencia Mínima por sistema
Muestreo de parámetros de campo (Cloro residual libre, turbiedad, conductividad, pH y temperatura).	Urbano	01 muestra al mes
	Rural	01 muestra al mes
Muestreo de parámetros bacteriológicos.	Urbano	08 muestras al mes
	Rural	03 muestras al mes
Muestreo de parámetros parasitológicos.	Urbano	03 muestras al año
	Rural	03 muestras al año
Muestreo de parámetros físico químicos.	Urbano	04 muestras al año
	Rural	02 muestras al año
Muestreo de parámetros de metales pesados.	Urbano	03 muestras al año
	Rural	02 muestras al año



6.2.2.4. Acta de Muestreo

Para la recolección de las muestras de agua para consumo humano, la Autoridad Sanitaria deberá comunicar al proveedor, quien de ser el caso, podrá tomar muestra(s) simultánea(s) a la(s) tomada(s) por la Autoridad Sanitaria. De esta actividad, deberá elaborarse un acta de toma de muestra de agua firmada por las dos partes.

Si el proveedor del agua para consumo humano, no puede acompañar a la Autoridad Sanitaria en la recolección de la muestra de agua para consumo



² Documento Técnico Definiciones Operacionales y Criterios de Programación de los Programas Presupuestales para el año fiscal 2013: Articulado Nutricional, Salud Materna Neonatal, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH SIDA, Enfermedades Metaxenicas y Zoonosis, Enfermedades No Transmisibles, Prevención y Control del Cáncer y Reducción de la Mortalidad y Discapacidad por Emergencias y Urgencias, Inclusión Social Integral de las Personas con Discapacidad y Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 269-2013/MINSA.

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

Calle Las Amapolas N° 350
 Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
 Central Telefónica (511) 631-4450



PERÚ

Ministerio de Salud

Inspección General de Sanidad

humano, dicha autoridad realizará la recolección de la muestra, dejando constancia de ello en el acta de toma de muestra.

6.2.3. ACONDICIONAMIENTO PRESERVACION Y TRASLADO DE MUESTRAS

6.2.3.1. Rotulado e Identificación de la Muestras de Agua

Los frascos deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible, de preferencia utilizar plumón de tinta indeleble, sin borradores ni enmendaduras, la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente datos con precisión:



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ



P. RETUERTO

- a. Código de identificación de campo.
- b. Coordenadas.
- c. Localidad, distrito, provincia, región.
- d. Punto de Muestreo.
- e. Matriz.
- f. Fecha y hora de muestreo.
- g. Tipo de análisis requerido.
- h. Preservada, nombre del preservante.
- i. Muestreador.

Ver Anexo n.º 01

6.2.3.2. Acondicionamiento y Preservación de Muestras

- Debe asegurarse que las muestras para el análisis de cada parámetro considerado, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura); para la recepción de muestras por el laboratorio de control ambiental, publicado en la página web de la Digos http://www.Digos.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Una vez tomada la muestra de agua, se procederá a adicionar el reactivo de preservación requerido, cuando sea necesario. Tener en cuenta los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digos http://www.Digos.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad sellar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar las muestras.

6.2.3.3. Conservación y Envío de Muestras

- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicadas en el Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digos http://www.Digos.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp, debiendo disponer para ello con preservantes de temperatura (Ice pack u otro similar).
- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas, derrames y contaminación.

www.digos.minsa.gob.pe
www.digos.sld.pe

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



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección General de Vigilancia de la Salud

- Las muestras deben ser enviadas en cajas térmicas, aisladas de la influencia de la luz solar y con disponibilidad de espacio para la colocación del material refrigerante.

6.2.3.4. Medio de Transporte

- Deben ser transportados en cajas adecuadas (cooler) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
- Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deberán entregarse debidamente rotuladas y con la solicitud de ensayo debidamente completada. Se debe tener en cuenta los tiempos establecidos en 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



E. NIETO

6.2.3.5. Control de Calidad de Muestreo

Aseguramiento y control de calidad, son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza, o pueda ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.



E. GIL

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:



S. TANG

- Es fundamental que el personal de campo sea competente para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.
- Asegurarse que los frascos de muestreo cumplan con los requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp
- Mantener los registros de control de los equipos actualizados, para asegurar el mantenimiento y calibración de los mismos (Bitacoras).
- Enviar toda la documentación (Ficha de campo, etiquetas, solicitud de ensayo, etc.) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.



E. QUICHIZ

Para analizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:



P. RETUERTO

6.2.3.6. Físico Químico

- Los blancos de campo
Son frascos con agua desionizada ó destilada que se abren en el campo y están expuestos durante el tiempo que dure la toma de muestra por cada punto de muestreo. Se trata igual que las muestras y se envían al laboratorio. Se usan los blancos de campo para descartar factores externos que hayan incidido en la contaminación.

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

Calle Las Amapolas N° 250
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4433



- Los blancos viajeros
Son frascos con agua desionizada ó destilada. Se mantienen en la misma caja refrigerante que las otras muestras en cada fase del proceso de colecta, manejo y envío. Mantener el frasco cerrado durante todo el proceso. Se usa blanco viajero para descartar factores externos de contaminación durante el traslado de las muestras. Se requiere por lo menos uno por cada caja conservadora.
- Muestras duplicadas
Se usan para verificar la precisión de la colecta de campo. Se colectan las duplicadas a la vez que la muestra de agua en una cantidad de una por cada diez, y en caso sean menos de diez (10) muestras, se tomará una (01) por cada grupo.

La muestra duplicada deberá ser colectada de una estación en donde se cree que hay niveles altos de un compuesto particular.



6.2.3.7. Microbiológico

- Blanco Viajero
Son frascos de muestreo con agua destilada o desionizada estéril. El blanco viajero se coloca en la misma caja de muestreo con el resto de frascos, éste se mantendrá cerrado durante todo el tiempo de muestreo. A esta muestra se le realizara el recuento de heterótrofos a fin de determinar que se mantienen las condiciones de esterilidad durante el proceso.



Este blanco permite comprobar una posible contaminación por el transporte y procedimientos de almacenamiento en campo.



- Muestras duplicadas
Cada diez muestras se debe preparar una muestra duplicada de muestreo, que consiste en llenar dos frascos con una misma muestra de agua extraída del mismo lugar y en el mismo tiempo. De esta forma se verifica la variabilidad en los resultados debido al manipuleo, conservación o contaminación de las muestras corrientes.



6.2.3.8. Parasitológico e Hidrobiológico

- Los blancos viajeros
Son frascos con agua destilada filtrada los cuales se colocan en la misma caja refrigerante que las otras muestras, durante el proceso de colecta, manejo y envío de muestras. Los blancos viajeros se analizan conjuntamente con las otras muestras.
- Muestras duplicadas
Se colectan muestras duplicadas en un punto de muestreo que se cree hay presencia del contaminante; para verificar la precisión de la toma de muestra o análisis de laboratorio.



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

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

Anexo N° 03: Resultados de laboratorio DIRESA - PUNO



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Ministerio de Salud
 Focemos que crezamos personas

Jr. José Antonio Encinas N° 145 - Telef: 361519
 E-mail: labatdiresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe

ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
 RESULTADOS DE ANALISIS
 INFORME N° 029/2022

SOLICITANTE : JUAN GABRIEL MARCA ANASCO.
 DIRECCION : DISTRITO PUNO.
 FUENTE DE ORIGEN : POZO.
 ESTACION DE MUESTREO : POZO ZONA 4, TOTORANI.
 VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE VIDRIO AMBAR DE APROX. 300 ml
 FECHA DE RECEPCION : 05.05.2022.
 FECHA DE ANALISIS : 05.05.2022.
 LUGAR : URBANIZACION MAGISTERIAL, ZONA-4 TOTORANI, DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.
 REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO FILTR/MEMBRANA	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termoerantes (41,5 °C)
01	MUESTRA AGUA, POZO N° 01, URBANIZACION MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	PUNO	JFC/100 mL	2.2 x 10 ⁴ UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
02	MUESTRA AGUA, POZO N° 02, URBANIZACION MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	PUNO	JFC/100 mL	3.8 x 10 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
03	MUESTRA AGUA, POZO N° 03, URBANIZACION MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	PUNO	JFC/100 mL	2.6 x 10 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
04	MUESTRA AGUA, POZO N° 04, URBANIZACION MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	PUNO	JFC/100 mL	3.6 x 10 ⁴ UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL

Donde: UFC/100 ml = Unidad Formadora de Colonias por cien mililitros.
 < 1 = Significativamente Ausente.

METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. COLI MP (MPRESTAN PARAZO DE TURBOS M.), TPLFS, APHA, AUTIA, WFFF Pp. 92213 E. 2° Ed. 2006

Puno, 10 de mayo de 2022





DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Jr. José Antonio Encinas N°745 – Telef. 351519
 E-mail: labrediresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe



ENSAYO FISICO QUIMICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 029-Q/2022

SOLICITANTE : JUAN GABRIEL MARCA ANASCO.

DIRECCION : DISTRITO PUNO.

FUENTE DE ORIGEN : POZO.

ESTACION DE MUESTREO : POZO ZONA-4, TOTORANI.

VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX. 500 ml

FECHA DE RECEPCION : 05.05.2022.

FECHA DE ANALISIS : 05.05.2022.

LUGAR : URBANIZACION MAGISTERIAL ZONA-4 TOTORANI, DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.

REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA AGUA N° 01 URB. MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	MUESTRA AGUA N° 02 URB. MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	MUESTRA AGUA N° 03 URB. MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI	MUESTRA AGUA N° 04 URB. MAGISTERIAL, ZONA-4, TOTORANI
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRICO	5.90	2.2	2.23	8.97
TEMPERATURA (°C) EN LAB	TERMIDROMETRO	14.5	14.5	14.5	14.5
PH	POTENCIOMETRO	6.74	7.06	6.87	6.75
CONDUCTIVIDAD uS/cm	CONDUCTIVOMETRO	215.2	285.5	223.3	147.0
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDS (mg/L)	CONDUCTIVOMETRO	196.6	260.4	204.1	134.6
DUREZA TOTAL COMO CaCO ₃ (mg/L)	TITULOMETRICO	78.8	123.2	80.5	76.7
CLORUROS COMO Cl ⁻ (mg/L)	TITULOMETRICO	13.8	15.7	15.2	10.1
SULFATOS COMO SO ₄ ⁻² (mg/L)	COLORIMETRICO	25.0	48.2	40.5	12.8
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	COLORIMETRICO	0	0	0	0

DONDE: mg/L = Miligramos por litro.
 N.D = No Determinado.

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales –American Public Health Association, American Water Works Association Water Pollution Control Federation: 20th Edition.



Puno, 10 de mayo del 2022.

MINISTERIO DE SALUD
 DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO
 Laboratorio de Control Ambiental

Anexo N° 04: Registro Fotográfico



Fotografía N° 01: Identificación de pozo 1.



Fotografía 02: Toma de muestra de pozo 1.



Fotografía N° 03: Rotulado de muestra pozo 2.



Fotografía N° 04: Toma de muestra del pozo 3.



Fotografía N° 05: Toma de muestra del pozo 4.



Fotografía N° 06: Muestra bacteriológica