

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE
LOS CENTROS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL, EN LAS ZONAS
PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN**

PRESENTADA POR:

PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2025



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



6.99%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 3 JUN 2025, 5:22 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL 1.35% ● CHANGED TEXT 5.63%

Report #26767335

PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO // CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA D
EL AGUA DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL, EN LAS
ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN

RESUMEN Con el objetivo de, evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel provincia de San Román de acuerdo a la normativa peruana, se recolectaron las muestras de agua de acuerdo al protocolo nacional de recursos hídricos - ANA y, enviadas para su análisis al laboratorio HYDRALT Ingenierías del Agua S.R.L. obteniendo los siguientes resultados: Olor y sabor aceptable, pH de 7.4 a 8.2, CE de 746 a 1777 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total de 232.2 a 644.6 mg CaCO_3/L , los parámetros calcio, magnesio, alcalinidad, PSU y ORP oscilaron entre 128.3 a 548.5 mg Ca/L , de 28 a 164.2 mg Mg/L , de 140.1 a 392 mg CaCO_3/L , de 04 a 0.7 g/L y 155.4 a 230.1 mV respectivamente; mientras que para sólidos, totales disueltos, turbiedad y sulfatos se obtuvieron valores de 382 a 889 mg/L, 0.2 a 1.6 NTU y de 37.1 a 163.1 respectivamente; para coliformes totales de 43 a 350 UFC/100ml y Escherichia coli de 0 a 11 UFC/100 ml los parámetros mencionados comparados con los LMP DS N° 031-2010-SA y los ECA D.S. N° 004-2017-MINAM categoría A1, aunque algunos parámetros cumplieron con la normatividad, se concluye que la

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE
LOS CENTROS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL, EN LAS ZONAS
PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN
PRESENTADA POR:
PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

: 
Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

PRIMER MIEMBRO

: 
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOIZUETA

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

: 
Mg JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Líneas de investigación: Ciencias ambientales

Puno, 10 de junio del 2025

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, mi refugio en la tormenta y la fuente de toda sabiduría y fortaleza. Sin Él, nada sería posible.

A mis padres, pilares de mi vida, gracias por su amor incondicional, sus sacrificios silenciosos y por enseñarme el valor del esfuerzo, la humildad y la gratitud.

A mi esposa, compañera fiel y amor eterno, gracias por caminar a mi lado con paciencia, ternura y valentía. Eres el faro que ilumina mis días.

Y a mis hijos, mi mayor tesoro y motivo de inspiración. En cada paso que doy, pienso en ustedes, con la esperanza de dejarles un legado de amor, fe y sueños cumplidos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, mi alma mater, por abrirme las puertas del conocimiento y brindarme las herramientas necesarias para crecer como profesional y como persona.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y a toda su plana docente, por su entrega, orientación y compromiso con la formación académica y humana de sus estudiantes.

De manera especial, al Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda, mi asesor, por su apoyo incondicional, su guía constante y por ser un pilar fundamental en la elaboración y culminación del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado por sus valiosos aportes

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	9
ABREVIATURA	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. NIVEL REGIONAL Y LOCAL	19
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	21
2.1.1. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA NATURALEZA:	21
2.1.2. EL AGUA EN NUESTRA VIDA	21
	3

2.1.3. POZOS	21
2.1.4. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:	22
2.1.5. FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	23
2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	24
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	28
HIPÓTESIS GENERAL	28
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	28
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	29
3.2.1. POBLACIÓN	29
3.2.2. MUESTRA	30
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	30
3.3.1 MÉTODOS	30
3.3.2. INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y MATERIALES	30
3.3.3. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	31
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	33
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	33
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO	34
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PÚBLICOS DE NIVEL INICIAL DE LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL	35
4.1.1. PARÁMETROS FÍSICOS: OLOR, SABOR, COLOR	35
4.1.2. PARÁMETROS QUÍMICOS.	37
	4

4.1.3. PARÁMETRO SULFATOS	42
4.1.4. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.	43
4.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PÚBLICOS DE NIVEL INICIAL DE LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, CON LOS LMP D.S. N° 031-2010-SA Y LOS ECA CATEGORÍA 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM	45
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS	49
4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL	49
4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	49
4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	50
CONCLUSIONES	51
RECOMENDACIONES	53
BIBLIOGRAFÍA	54
ANEXO	57

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Número de pozos correspondientes a los centros de educación inicial.	30
Tabla 02: Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel.	36
Tabla 03: Resultado de Los parámetros calcio, magnesio, alcalinidad, salinidad PSU y ORP	41
Tabla 04: Comparación de la concentración de parámetros de Aguas de 8 pozos para consumo humano de CEI distrito San Miguel con los LMP y ECA normativa peruana.	45
Tabla 05: Muestra (M1): institución educativa N°1162 Villa hermosa resultado de análisis comparativo	59
Tabla 06: Muestra (M2): institución educativa N°1332 Villa San Jorge resultado de análisis comparativo	59
Tabla 07: Muestra (M3): institución educativa N°976 Señor de Marruecos resultado de análisis comparativo	60
Tabla 08: Muestra M4: institución educativa N°765 San Carlos resultado de análisis comparativo	60
Tabla 09: Muestra (M5): institución educativa N°606 Escuri resultado de análisis comparativo	61
Tabla 10: Muestra (M6): institución educativa N°998 Ayabacas resultado de análisis comparativo	62
Tabla 11: Muestra (M7): institución educativa N°1141 El Sol resultados del análisis comparativo	62
Tabla 12: Muestra (M8): institución educativa N°950 Anexo San Agustín resultado de análisis comparativo	63

Tabla 13: Agua subterráneas destinada a la producción de agua potable subcategoría A	66
Tabla 14: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas	67
Tabla 15: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	67

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Zona de Investigación y puntos de muestreo.	29
Figura 02: Grado de turbidez en relación al LMP	37
Figura 03: Potencial Hidrógeno en relación al LMP	38
Figura 04: Conductividad eléctrica en relación al LMP	39
Figura 05: Concentración de dureza total en relación al LMP	40
Figura 06: Concentración de sólidos totales en relación al LMP	42
Figura 07: Concentración de sulfatos en relación al LMP	43
Figura 08: Concentración de coliformes totales en relación al LMP	44
Figura 09: Concentración de Escherichia coli en relación al LMP	44

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA: CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN	58
Anexo 02: Protocolos, registros y estándares	64
Anexo 03: Resultado de análisis del laboratorio	68
Anexo 04: Solicitudes de autorización para la toma de muestras	76
Anexo 05: Imágenes toma de muestras	82

ABREVIATURA

LMP: Límites Máximos Permisibles

ECA: Estándar de Calidad Ambiental

OMS: Organización Mundial de la Salud

ANA: Autoridad Nacional del Agua

MINAM: Ministerio del Ambiente

MINSA: Ministerio de Salud

SUNASS: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento

NMP: Número más Probable

OD: Oxígeno Disuelto

PPM: Partes por millón

pH: Potencial de Hidrógeno

CE: Conductividad Eléctrica

SDT: Sólidos Disueltos Totales

UCV: Unidad de Color Verdadero

NTU: unidad nefelométrica de turbidez

E- Coli: *Escherichia Coli*,

ST: sólidos totales

m.s.n.m. metros sobre el nivel del mar

PSU: Unidad Práctica de Salinidad (un gramo de sal por cada 1000 gramos de agua)

ORP: Potencial de Oxido Reducción

UFC: Unidad Formadora de Colonias

D.S.: Decreto supremo

RESUMEN

Con el objetivo de, evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel provincia de San Román de acuerdo a la normativa peruana, se recolectaron las muestras de agua de acuerdo al protocolo nacional de recursos hídricos - ANA y, enviadas para su análisis al laboratorio HYDRALT Ingenierías del Agua S.R.L. obteniendo los siguientes resultados: Olor y sabor aceptable, pH de 7.4 a 8.2, CE de 746 a 1777 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dureza total de 232.2 a 644.6 mg CaCO_3/L , los parámetros calcio, magnesio, alcalinidad, PSU y ORP oscilaron entre 128.3 a 548.5 mg Ca/L , de 28 a 164.2 mg Mg/L , de 140.1 a 392 mg CaCO_3/L , de 04 a 0.7 g/L) y 155.4 a 230.1 mV respectivamente; mientras que para sólidos, totales disueltos, turbiedad y sulfatos se obtuvieron valores de 382 a 889 mg/L, 0.2 a 1.6 NTU y de 37.1 a 163.1 respectivamente; para coliformes totales de 43 a 350 UFC/100ml y *Escherichia coli* de 0 a 11 UFC/100 ml los parámetros mencionados comparados con los LMP DS N° 031-2010-SA y los ECA D.S. N° 004-2017-MINAM categoría A1, aunque algunos parámetros cumplieron con la normatividad, se concluye que la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos de nivel inicial del distrito de San Miguel pese a cumplir con los ECA y LMP respecto a los parámetros físicos y la mayoría de los parámetros químicos no son aptas para consumo por sus elevadas concentraciones de la generalidad de los parámetros microbiológicos según categoría A1 D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA, constituyendo un riesgo para la salud de los integrantes de los referidos CEI.

Palabras clave: Agua de pozo, Calidad fisicoquímica, Centro educativo, Microbiológico.

ABSTRACT

In order to evaluate the physicochemical and microbiological quality of the water from wells of public schools of initial level in the peripheral areas of the district of San Miguel, province of San Román, according to Peruvian regulations, water samples were collected according to the National Protocol of Water Resources - ANA, then sent for analysis to the laboratory HYDRALT Ingenierías del Agua S.R.L., obtaining the following results: Acceptable odor and taste, pH from 7.4 to 8.2, EC from 746 to 1777 $\mu\text{S}/\text{cm}$, total hardness from 232.2 to 644.6 mg CaCO_3/L , the parameters calcium, magnesium, alkalinity, PSU and ORP ranged from 128.3 to 548.5 mg Ca/L , from 28 to 164.2 mg Mg/L , from 140.1 to 392 mg CaCO_3/L , from 04 to 0.7 g/L) and 155.4 to 230.1 mV respectively; while for solids, total dissolved, turbidity and sulfates, values of 382 to 889 mg/L, 0.2 to 1.6 NTU and 37.1 to 163.1 respectively were obtained; for total coliforms from 43 to 350 CFU/100ml and *Escherichia coli* from 0 to 11 CFU/100 ml the aforementioned parameters compared with the LMP DS No. 031-2010-SA and the ECA D.S. No. 004-2017-MINAM category A1, while some parameters complied with the regulations, it is concluded that the physical-chemical and microbiological quality of the water from wells of the initial level educational centers of the district of San Miguel, despite complying with the ECA and LMP with respect to the physical parameters and most of the chemical parameters, did not are suitable for consumption due to their high concentrations of the generality of the microbiological parameters according to category A1 D.S. No. 004-2017-MINAM and D.S. No. 031-2010-SA, constituting a risk to the health of the members of the aforementioned CEIs

Keywords: Well water, Physicochemical quality, Educational center, Microbiological.

INTRODUCCIÓN

Se estima que del agua disponible para el consumo humano, solo el 0.77% se encuentra como agua dulce disponible para los seres humanos. Mucha de esta agua teóricamente utilizable se encuentra lejos de las zonas pobladas, lo cual dificulta su utilización efectiva (Arango, 2013)

El Perú es uno de los países con reservas de agua dulce a nivel mundial, sin embargo, con el crecimiento demográfico tiene una carencia del servicio de agua potable, la falta de sistemas de saneamiento básico ocasiona enfermedades infecciosas gastrointestinales que ocuparon el segundo lugar alcanzando el 26.48% según la organización mundial de la salud (OMS, 2006). El agua no potabilizada puede convertirse en un vehículo para contraer diversas enfermedades en el ser humano especialmente niños y ancianos, que de alguna forma disminuye la calidad de vida de las familias expuestas (Burgués, 2019).

El agua es un líquido importante que debe cumplir con los parámetros de calidad establecidos para el consumo humano. Cuando se habla de agua potable se refiere a la que pasó por un proceso de tratamiento adecuado, cumpliendo con las condiciones óptimas para el consumo humano e inocuas para la salud de los seres humanos. Por consiguiente, el agua no debe de presentar algún tipo de riesgo que pueda provocar enfermedades (Espínola 2019).

Los centros educativos: 1162 Villa hermosa, 1332 Villa San Jorge, 976 Señor de Marruecos, 765 San Carlos, 606 Escuri, 998 Ayabacas, 1141 El Sol, 950 Anexo San Agustín de nivel inicial, del distrito de San Miguel provincia de San Román, en la actualidad se abastecen del líquido elemento de pozos de agua subterráneo ubicados en los mismos lugares, no se realiza tratamiento alguno ni se tienen datos sobre la calidad física, química y microbiológica de dichas aguas, motivo suficiente por el cual se realizó esta investigación con la finalidad de verificar la calidad del agua que consumen las instituciones educativas de nivel inicial antes mencionadas, y dar a conocer los resultados de esta investigación que les permitirá tomar las acciones necesarias para

gestionar la instalación de infraestructura de abastecimientos de agua potable apta para cubrir las necesidades de los denominados centros educativos.

La investigación presenta cuatro capítulos:

Capítulo I, Planteamiento del problema, justificación, antecedentes y objetivos de la investigación.

CAPÍTULO II. Marco teórico e hipótesis de la investigación.

CAPÍTULO III. Metodología de la investigación,.

CAPÍTULO IV. Presentan y analizan resultados.

Finalmente conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2018), a nivel global, el consumo y uso de agua contaminada contribuyen al 80% de las enfermedades infecciosas, parasitarias y gastrointestinales, además de ser responsable de una tercera parte de la tasa de mortalidad. Se considera agua potable a aquella que cumple con las características microbianas, químicas y físicas, que la OMS establece dentro de su normativa.

A nivel nacional el abastecimiento de agua constituye un grave problema, afectando la salud, la educación, el acceso al trabajo entre otras capacidades de los seres humanos. En el Perú, de cada 10 personas 9 (3.3 millones) tiene agua potable y 8 de cada 10 (6.4 millones) tiene desagüe. En las zonas rurales 2 de cada 10 niños menores de 5 años presentan desnutrición, y 5 de cada 10 niños menores de 6 años de edad tienen anemia. De ahí la importancia del acceso al agua segura.

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNAS) manifiesta que en la actualidad las instituciones educativas públicas del nivel inicial de la zona periféricas del distrito de San Miguel de la provincia de San Román, región Puno, utilizan agua de pozo para las diferentes actividades que realizan. Se debe poner énfasis en que las aguas de pozo no pasan por ningún tipo de control, ni garantía sanitaria, por lo que su consumo no es una opción segura, dado que los microorganismos, bacterias, virus y parámetros fisicoquímicos pueden contaminar el agua subterránea que abastecen a los

diferentes pozos en estas instituciones educativas. No obstante, no existen aguas de pozo iguales en función de la zona de residencia la composición química del agua variará mejorando o empeorando su calidad debido al desconocimiento de su origen ni de las probables fuentes de contaminación.

Por lo tanto, las instituciones educativas del nivel inicial que utilizan el agua de pozo deben gestionar el análisis del agua para facilitar la elección del tratamiento como: filtración, desinfección y purificación que se requiere y garantizar su calidad para su uso además de las instalaciones adecuadas.

1.1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

- ¿Cuál es la calidad físico-química y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel de acuerdo a los LMP y ECA?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos de nivel inicial zona periférica del distrito de San Miguel provincia de San Román?
- ¿Cumplirán con los estándares de calidad ambiental categoría 1 - DS N° 004-2017-MINAM y LMP según D.S. N° 031-2010-SA Las aguas de pozos de los centros educativos de nivel inicial de zona periférica del distrito de San Miguel provincia de San Román?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. NIVEL INTERNACIONAL

Sánchez et al. (2022), diagnosticaron la calidad del agua para consumo humano en Carmen Pampa y Chovacollo (Coroico - Bolivia). Realizaron el muestreo en un sistema de abastecimiento de agua, con base en parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos evaluaron el pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, turbidez y coliformes fecales (E. coli). Los niveles de pH fluctuaron entre 6.78 y 7.57, mientras que la conductividad

eléctrica se ubicó entre 27.5 y 28.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El oxígeno disuelto presentó valores entre 98.7 y 104.3%, la turbidez varió de 0.14 a 1.81 NTU y la presencia de *E. coli* fue nula en cuatro puntos de muestreo, excepto en el tanque de Chovacollo (28 UFC) y la toma de Carmen Pampa (14 UFC).

En el ámbito internacional, Prato et al. (2020) llevaron a cabo un estudio para evaluar la calidad del agua de cuatro pozos subterráneos en una zona rural del estado Mérida. Mediante un análisis fisicoquímico y microbiológico, comprobaron la viabilidad del agua para consumo humano. Sus resultados reflejaron el cumplimiento de los estándares venezolanos y resaltaron la presencia de minerales como calcio, sodio y magnesio, con una dureza atribuida a los iones bicarbonato. En el análisis bacteriológico y parasitológico se detectaron bacterias heterótrofas, coliformes totales y *Pseudomonas*, además de parásitos como *Ascaris spp.*, *Blastocystis sp.*, *Giardia sp.* y *Eimeria sp.*, probablemente provenientes de filtraciones subterráneas de pozos sépticos y percolación a través de suelos de textura franco arcilloso arenoso.

A nivel nacional, González et al. (2023) evaluaron la calidad del agua destinada al consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica, Perú. El estudio abarcó parámetros fisicoquímicos como turbidez, conductividad eléctrica, pH, sólidos disueltos y potencial de oxidación, así como aspectos microbiológicos relacionados con *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y fecales. De los 17 puntos de muestreo analizados, solo uno superó el límite de turbidez de 5 NTU establecido por la normativa peruana, mientras que los demás parámetros fisicoquímicos cumplieron con los estándares permitidos. En cuanto a la calidad microbiológica, 4 de los 17 puntos de monitoreo excedieron los valores máximos autorizados para *E. coli* y coliformes termotolerantes y fecales.

Soria et al. (2021), en su trabajo de investigación determina la calidad de las aguas de los pozos del Caserío de Santo Tomas del Distrito de San Juan Bautista departamento de Iquitos. Se llevó a cabo un análisis de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, comparándolos con los límites máximos permisibles (LMP). En los cinco pozos

evaluados, los parámetros de temperatura, turbidez, color, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, dureza total, nitratos y sulfatos cumplen con los estándares establecidos por el DS N° 031-2010-SA. Sin embargo, el potencial de hidrógeno (pH) y la presencia de coliformes totales excedieron los valores permitidos. Los niveles de pH oscilaron entre 4.25 y 5.02, por debajo del rango aceptable de 6.5 a 8.5, mientras que la concentración de coliformes totales alcanzó los 17 NMP/100mL, superando el límite de <math><1.8 \text{ NMP}/100\text{mL}</math>.

Hilachoque & Portocarrero (2022), en seis puntos de muestreo obtuvieron un pH, entre 6.8 a 7.69, Conductividad Eléctrica entre 856 y 1463 us/cm, Turbidez con valores entre 0.3 y 0.89 NTU, entre los parámetros físicos el Olor y Sabor calificado como aceptable, Sólidos Totales Disueltos se encontró un rango de 542 y 998 mg/L, entre los parámetros químicos encontraron los siguientes resultados, en Cloruros 71,14 a 191,1 mg/L, sulfatos 117.1 y 204.7 mg/L, y Dureza Total con valores entre 226,7 y 391.9 mg/L.

Torres (2019), con el objetivo de verificar si el agua del distrito de Laredo-Trujillo 2017 se encuentra dentro de los LMP, En cuanto a los parámetros físicos, encontró que las características organolépticas sabor, color y olor fueron aceptables. Respecto a los sólidos totales y temperatura, obtuvo $1252 \text{ mg/L} \pm 5,27$ y $21,1^{\circ}\text{C} \pm 0,38$, respectivamente, evidenciando que se encuentran en el límite máximo permitido. Por otro lado, encontró una dureza total de $184,79 \text{ CaCO}_3 \text{ mg/L} \pm 0,62$, y alcalinidad de $2 \text{ mg/L} \pm 0,09$, además de $133,244 \text{ Cl mg/L} \pm 0,64$ de cloruros. A partir de los resultados se determinó que el agua potable del distrito de Laredo es adecuada para el consumo.

Elías et al., (2022), llevaron a cabo un estudio para evaluar la calidad del agua de los pozos del sector Porvenir La Caña, en el distrito de Virú, durante los meses de octubre de 2020 a enero de 2021. El propósito fue determinar si el agua era apta para el consumo humano conforme a la normativa vigente y proponer una alternativa de potabilización. Los resultados revelaron que las aguas analizadas presentaban, en promedio, coliformes totales en un rango de 87 a 1175 NMP/100 ml, mientras que los coliformes termotolerantes fluctuaban entre 2.7 y 16.1 NMP/100ml, superando los límites máximos

permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano (DS 031-2010-SA).

1.2.2. NIVEL REGIONAL Y LOCAL

Condori (2023), determinó la calidad físico químico y microbiológico del agua de pozo para consumo humano del barrio Azoguini de la ciudad de Puno, obteniendo los siguientes resultados : los Sólidos Disueltos Totales, Conductividad, pH, Sulfatos y Nitratos cumplieron con los límites máximos permisibles del reglamento de agua para consumo humano establecido en el D.S. N° 031-2010-SA; La dureza total (CaCO_3) y la concentración de cloruros no cumplieron con la normativa vigente. En cuanto a los resultados microbiológicos, los niveles de coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* alcanzaron valores de 240.00, 75.00 y 9.30 NMP/100 ml, respectivamente, superando ampliamente los límites máximos permisibles establecidos en el reglamento de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA). Como consecuencia, se concluye que el agua no es apta para el consumo humano.

Tacuri (2019), en su investigación sobre la calidad del agua en pozos artesianos y sus impactos ambientales en Juliaca, Puno, determinó que los parámetros físicos, como sólidos totales disueltos y turbidez, se encuentran dentro de los límites establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA), lo que indica su aptitud para el consumo. Sin embargo, los parámetros químicos, incluyendo dureza, cloruros y sulfatos, superaron los límites normativos, lo que sugiere que el agua de los pozos no es apta para el consumo humano. Además, los análisis bacteriológicos revelaron concentraciones de coliformes totales y *E. coli* por encima de los valores permitidos, lo que refuerza la conclusión de que, pese a cumplir con ciertos estándares físicos, el agua de los pozos artesianos no puede considerarse segura para el consumo humano.

Por su parte, Sandoval (2021) realizó un estudio para evaluar la calidad del agua de pozos en el centro poblado de Moro, Paucarcolla en el año 2019, con el propósito de determinar su idoneidad para el consumo humano. Luego del muestreo y envío de

muestras para su correspondiente análisis. Obtuvo en promedio los siguientes resultados: conductividad eléctrica 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$, temperatura 17.82 $^{\circ}\text{C}$, sólidos totales disueltos 682.51 mg/l, turbidez 1.34 UNT, pH 7.62, sulfatos 43.65 mg/l, nitratos 37.45 mg/l, dureza total 134.19 mg/l, cloruros 289.35 mg/l, parámetros bacteriológicos coliformes totales 109.60 UFC/100 ml y coliformes termotolerantes 0 UFC/100 ml.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel provincia de San Román de acuerdo a la normativa peruana.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel.
- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel, con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. DISTRIBUCIÓN DEL AGUA EN LA NATURALEZA:

El agua cubre casi tres cuartas partes (71%) de la superficie de la Tierra. Se suele encontrar en cualquier espacio de la biosfera siendo la única sustancia que se presenta a temperaturas comunes en sus tres estados de la materia: gaseoso, sólido y líquido. En su uso más común, con agua nos referimos a la sustancia en su estado líquido, encontrado en forma de pantanos, ríos, mares, océanos, en las nubes de lluvia formada por gotas de agua, y en forma de rocío en la vegetación. En estado sólido (hielo), se encuentra en los casquetes polares y en los glaciares, así como en las superficies en invierno; también en forma de granizo, nieve y en las nubes formadas por cristalitas de hielo. En estado gaseoso se presenta en forma de gas o vapor de agua, en forma de niebla, vapor y nubes. (Castillo 2015)

2.1.2. EL AGUA EN NUESTRA VIDA

El agua es un elemento esencial para el desarrollo de la vida terrestre y responsable de la vida de los seres vivos, es un líquido importante para el consumo humano las que deben de cumplir con los parámetros establecidos de calidad y que debe de ser inocua para la salud de las personas, Por consiguiente, el agua no debe de presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar ningún tipo de enfermedad (Sierra 2011)

2.1.3. POZOS

Pozos excavados. La construcción de un pozo requiere herramientas como picos, palas o equipos especializados para excavación. Los pozos excavados, de menor profundidad,

se caracterizan por un nivel freático cercano a la superficie, entre 15 y 60 pies. Su amplio diámetro facilita el acceso al interior, sin importar si el suelo es arenoso, arcilloso o rocoso (Pérez, 2017).

Por otro lado, los **pozos hincados** poseen un diámetro reducido y se construyen mediante una puntería de acero insertada en el terreno. Consisten en un tubo perforado con una rejilla o punta de acero en su extremo inferior, que debe ser clavado hasta alcanzar una mayor profundidad en el nivel freático. Para su instalación, se emplea un tubo de hierro galvanizado de entre 5 y 6 pies de longitud. (Castillo, 2015).

2.1.4. FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:

Las fuentes de abastecimiento de agua pueden ser pluviales, superficiales y subterráneas (Foster, 2017).

Agua pluvial: Se trata del agua que se forma de manera natural al condensarse la humedad presente en las nubes, posteriormente precipitando en forma de lluvia, nieve o granizo. Su captación para consumo humano se emplea cuando no es posible acceder a fuentes superficiales o subterráneas de calidad adecuada. Se recomienda principalmente en zonas rurales o urbanas marginales con precipitaciones significativas, donde la lluvia es abundante.

Agua superficial: Comprende cuerpos de agua como lagos, ríos, pantanos, mares, lagunas, canales y océanos que fluyen sobre la superficie terrestre. Estas fuentes pueden no ser ideales cuando están próximas a áreas habitadas o de pastoreo, debido a posibles contaminaciones. No obstante, en ciertas comunidades donde no existe otra opción, su uso requiere una evaluación detallada que permita determinar su estado sanitario, el volumen disponible y su calidad.

Agua Subterránea: El agua subterránea está constituida por manantiales, pozos poco profundos, galerías de infiltración y pozos profundos. Las aguas subterráneas son claras, frías, sin color y más duras que el agua de superficie en la región en la cual se encuentran. En las formaciones, las aguas subterráneas son muy duras y relativamente no corrosivas, mientras que, en las formaciones graníticas, son suaves, con bajo

contenido de minerales disueltos, un contenido relativamente alto de dióxido de carbono libre y son muy corrosivas. La cantidad como calidad de las aguas subterráneas disponibles varían de un sitio a otro. Su explotación dependerá de sus características hidrológicas y de las formaciones geológicas de los acuíferos. Los diferentes sistemas de captación de aguas subterráneas pueden dividirse en los siguientes grupos:

- a) Captaciones Horizontales: Correspondiente a zanjas, drenes y galerías.
- b) Captaciones Verticales: Pozos excavados o convencionales y pozos perforados o sondeos mecánicos.
- c) Captaciones Mixtas: Pozo con drenes radiales y galerías con pozos.

2.1.5. FUENTES PUNTUALES Y NO PUNTUALES DE CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los contaminantes, cualquiera que sea la fuente, se desplazan por la superficie terrestre o penetran en el suelo, arrastrados por el agua de lluvia (Foster 2017).

Fuentes puntuales, está asociada a las actividades en que el agua residual va a parar directamente a las masas de agua receptoras, significa todo medio de transporte perceptible, delimitado y discreto, por ejemplo, tubería, acequia, canal, túnel o conducto, pozo, fisura discreta, contenedor, material rodante, actividades concentradas de alimentación animal o buque u otro medio flotante, desde el cual se descarguen o puedan descargar contaminantes

Fuentes no puntuales, es el resultado de un amplio grupo de actividades humanas en las que los contaminantes no tienen un punto claro de ingreso en los cursos de agua que los reciben.

2.1.5. Parámetros fisicoquímicos del agua. Los parámetros fisicoquímicos del agua son características que permiten evaluar su calidad y determinar su aptitud para el consumo humano, riego, procesos industriales o la vida acuática. A continuación te doy las definiciones de los principales **Temperatura**. Medida del calor presente en el agua. Importancia: Afecta la solubilidad de gases (como el oxígeno) y la velocidad de reacciones químicas y biológicas. **pH**. Mide la concentración de iones hidrógeno (H^+),

indicando si el agua es ácida (<7), neutra (=7) o básica (>7). Importancia: Influye en la solubilidad y toxicidad de sustancias y en la vida acuática. **Conductividad eléctrica.** Mide la capacidad del agua para conducir electricidad, relacionada con la cantidad de sales disueltas (iones). Importancia: Indica la presencia de minerales disueltos o contaminación. **Sólidos disueltos totales (TDS).** Cantidad total de sustancias inorgánicas y orgánicas disueltas en el agua. Importancia: Afecta el sabor, la potabilidad y el uso agrícola o industrial del agua. **Turbidez.** Medida de la claridad del agua, causada por partículas suspendidas. Importancia: Afecta la penetración de la luz y puede indicar contaminación. **Color.** Puede ser natural (por materiales orgánicos) o artificial (por descargas industriales). Importancia: Afecta la apariencia y puede indicar presencia de contaminantes. **Dureza.** Concentración de iones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}). Importancia: Afecta el uso doméstico e industrial del agua (Cirelli & Volpedo, 2019).

2.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Alcalinidad. La alcalinidad o basicidad del agua se define como su capacidad para neutralizar ácidos. En aguas naturales, esta característica se debe principalmente a la presencia de sales derivadas de ácidos débiles, aunque también puede influir la existencia de bases, tanto débiles como fuertes.

En cuanto al cloruro, el cloro y el cloro residual, el cloro se utiliza ampliamente en el tratamiento de aguas y drenajes como agente oxidante y desinfectante. Su función como oxidante permite controlar el sabor y el olor del agua, además de eliminar el color en el tratamiento de aguas municipales, industriales, freáticas y domésticas. En el agua potable, el cloro residual libre se encuentra en forma de hipoclorito y ácido hipocloroso, cuya proporción varía según el pH del agua. Por otro lado, el cloro residual combinado resulta de la reacción del cloro con el amonio, formando cloraminas, que tienen un poder desinfectante menor en comparación con el cloro libre. La suma de ambos representa el cloro residual total.

El agua potable debe contener cloro y esto asegura que las personas puedan tener agua inocua y segura.

Color. El color verdadero del agua se debe a la presencia de materiales en solución, pero puede cambiar a un color aparente por el efecto de partículas que están en suspensión. Principalmente el color se encuentra en las aguas superficiales o en algunos pozos poco profundos y manantiales; las aguas de pozos profundos son incoloras.

Coliformes fecales. Se definen como el grupo de organismos coliformes que pueden fermentar la lactosa a 44-45 °C. Incluyen bacterias del género *Escherichia*. Los Coliformes Fecales es un subgrupo de bacterias de los coliformes totales.

Coliformes totales. Se consideran coliformes totales aquellos que pueden fermentar la lactosa a 35-37 °C produciendo gas, ácido y aldehído. Los coliformes totales son bacterias que se pueden encontrar en el ambiente, aunque su presencia no indica necesariamente contaminación fecal.

Dureza. La dureza del agua se refiere a la cantidad de minerales disueltos presentes en una determinada porción de agua, principalmente sales de magnesio y calcio. El agua conocida como “dura” posee una alta concentración de estos compuestos, mientras que el agua “blanda” presenta niveles mínimos. Este fenómeno ocurre de manera natural cuando las formaciones rocosas del suelo, en contacto con el agua, liberan dichos minerales a través del proceso de disolución. Las aguas duras son alcalinas y se pueden clasificar en dureza carbónica y no carbónica. La dureza carbónica se puede tomar como una dureza temporal que se presenta cuando el calcio y el magnesio se combinan con alcalinidad natural y la dureza no carbónica se refiere cuando la dureza es permanente; esta es ocasionada por sulfatos, cloruros, nitratos.

Escherichia coli

Bacteria que se encuentra en los intestinos de personas y animales, así como en el medio ambiente en los alimentos y en el agua sin tratar.

Olor – sabor. Estas características están ligadas o asociadas, ya que una misma sustancia puede dar el olor y el sabor como por ejemplo el plancton. No existen instrumentos específicos para estas propiedades, pero generalmente se pueden reportar como presentes o no presentes.

Parámetros físicos

El análisis físico del agua trata las mediciones y los registros de todas las propiedades que puedan ser detectadas por los sentidos, e incluye propiedades organolépticas como olor, color y sabor. Estas características al estar alteradas pueden ser indicio de que las propiedades químicas del agua tampoco están en los rangos aceptados.(García 2019)

Parámetros microbiológicos.

Es un parámetro de gestión de riesgos que indica la aceptabilidad del alimento o el funcionamiento ya sea del proceso o del sistema de control de inocuidad de los alimentos. Los parámetros microbiológicos que determinan la calidad del agua se establecen mediante la identificación y aislamiento de bacterias como coliformes totales y fecales, así como enterococos fecales (Jiménez, 2011).

En cuanto a los parámetros químicos, estos están mayormente relacionados con la presencia de agroquímicos, metales pesados y residuos tóxicos. La contaminación química es más frecuente en aguas subterráneas que en aguas superficiales. Debido a la dinámica del flujo de agua, los contaminantes suelen ser más persistentes y menos móviles en el agua subterránea. Un ejemplo de esto es la contaminación por nitratos, que se caracteriza por su estabilidad y movilidad, generalmente atribuida a la proximidad de asentamientos urbanos o a la actividad agrícola cercana (García 2019)

pH. El pH es el que se utiliza para expresar la intensidad de las condiciones ya sean básicas o ácidas del agua y se define como el logaritmo de base diez del inverso de la concentración del ion hidrógeno (H^+) y se emplea para expresar el comportamiento del ion hidrógeno. La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5.5-8.6, en una escala de 14, para la cual un pH de 7 en el agua significa neutralidad. Un pH de 7 para arriba representa alcalinidad (básica) y por debajo de 7 indica acidez.

Sólidos. Para establecer la calidad de agua, también es necesario realizar un estudio o análisis de la cantidad de sólidos que contiene la muestra de la misma. El primer tipo de sólidos importantes a determinar son los sólidos totales (ST), que se definen como el material que queda después de evaporar una muestra de agua a 105 grados centígrados;

es decir, ST es todo aquello presente en la muestra que no sea agua. También existen sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, sólidos disueltos.

Sulfatos. El contenido de sulfatos en el agua no constituyen toxicidad, sin embargo, en concentraciones grandes, pueden causar efectos laxantes junto a deshidratación e irritación gastrointestinal. Estas aguas tienen un sabor amargo rechazable inmediatamente por los consumidores

Temperatura. La temperatura es el parámetro físico más importante del agua. Esta puede afectar la viscosidad y la velocidad de todo tipo de reacciones químicas e interviene en la mayoría de procesos utilizados en el agua como la sedimentación y la coagulación. La temperatura tiene también efectos secundarios en el agua, ya que tiene influencia sobre la solubilidad del aire (oxígeno), que es la sustancia oxidante que influye más comúnmente en la corrosión.

Turbidez. Se conoce como turbidez a la capacidad que tiene una materia suspendida para obstaculizar el paso de la luz. La turbidez es producida por una gran variedad de causas, una de ellas es la erosión natural la cual aporta muchos sedimentos a los cauces de los ríos. También la contaminación por industria y los desechos humanos causan turbidez en las aguas. La turbidez puede ser por compuestos inorgánicos o bien por sustancias antrópicas. Debido a esto la turbidez es de mucha importancia en el tratamiento de agua, ya que el agua turbia no es del agrado para la población y da indicios de contaminación.

2.3 MARCO TEÓRICO NORMATIVO

Según el Ministerio de Salud, los límites máximos permisibles de los parámetros organolépticos de la calidad del agua para consumo humano, se especifican en la normativa DS N° 031-2010-SA. (MINSA, 2010)

El Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. N° 004-2017-MINAM que establece los niveles recomendables para agua potable

El Ministerio de salud Perú (2015)

según su resolución directoral N°. 160, 2015/DIGESA/SA; de fecha 24 de diciembre del 2015. Establece el tipo de frascos para la toma de muestras de agua, deben estar debidamente identificadas antes de proceder con la toma de muestras con su respectiva etiqueta con letras claras y legible, con plumon de tinta indeleble, sin i enmendaduras, debidamente protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo los siguientes datos con precisión.

Código de identificación de campo.

- a) Coordenadas.
- b) Localidad, distrito provincia región.
- c) Punto de muestreo.
- d) Matriz.
- e) Fecha y hora de muestreo.
- f) Tipo de análisis requerido.
- g) Preserva, nombré del preservante.
- h) Muestreador

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

HIPÓTESIS GENERAL

La calidad físico-química y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel no cumplen con la normativa peruana de calidad para consumo humano.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial del distrito de San Miguel presentan altas concentraciones.
- Las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial zona periférica del distrito de San Miguel no cumplen con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio comprende el distrito de San Miguel, de la provincia de San Román, del departamento de Puno. limita por el norte con las provincias de Lampa y Azángaro, por el este con la provincia de Huancané y el distrito de Caracoto y por el sureste y oeste con la ciudad de Juliaca. En un área total 122 km², con una altitud de 3842 m.s.n.m; cuyas coordenadas geográficas son 15°28'43"S (LATITUD) 70°07'27"O (LONGITUD).

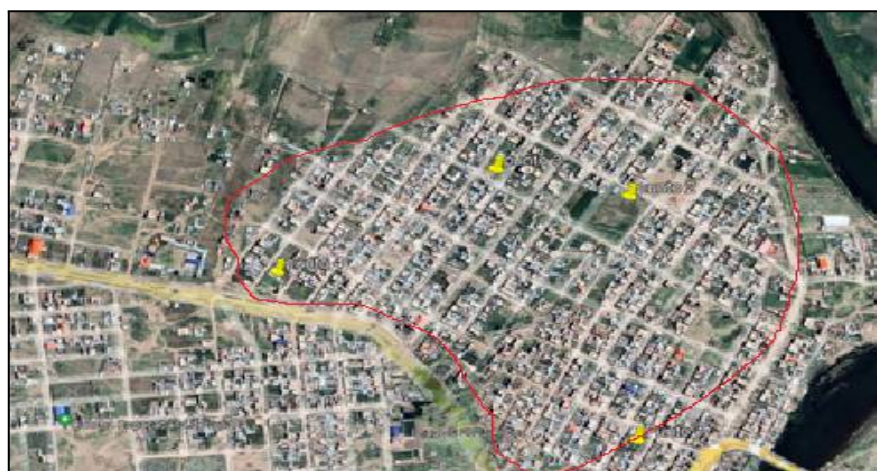


Figura 01: Zona de Investigación y puntos de muestreo.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población estuvo conformada por las aguas de 8 pozos correspondientes a las instituciones educativas públicas del nivel inicial que no cuentan con agua potable.

3.2.2. MUESTRA

Para determinar la calidad de agua, estuvo conformada por 08 muestras de 1 L/ pozo subterráneo correspondientes a cada centro educativo de nivel inicial que no cuentan con el servicio, detallados en la Tabla 04.

Tabla 01: Número de pozos correspondientes a los centros de educación inicial.

I.E.I N°	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD
1162	VILLA HERMOSA,	-15.47566	-70.12262	3831
606	ESCURI	-15.46021000	-70.11708000	3831
1141	EL SOL	-15.45818428	-70.11102495	3831
765	SAN CARLOS	-15.48190000	-70.12300000	3832
950	ANEXO SAN AGUSTÍN	-15.47790000	-70.11580000	3833
1332	VILLA SAN JORGE	-15.45876654	-70.13211622	3832
976	SEÑOR DE MARRUECOS	-15.4681	-70.11215	3832
998	AYABACAS	-15.46859	-70.12264	3831

1.1 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1 MÉTODOS

Enfoque de la investigación: Cuantitativa.

Tipo de investigación: Descriptiva.

Diseño de investigación: No experimental.

Método de investigación o enfoque: Cuantitativo,

Hernández et al. (1997), precisa que el modelo se utiliza mediante la recolección de datos con la finalidad de probar una hipótesis, dichas recolecciones se deben hacer mediante la medición numérica y un riguroso análisis estadístico, con la finalidad de establecer la forma como se comportan, y con ello probar las teorías.

3.3.2. INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y MATERIALES

Instrumentos

- Registro de campo establecido por la ANA anexo VI

- Registro de identificación de puntos de monitoreo anexo VII
- Libreta de campo.
- Lentes de protección
- Ropa de toma de muestras de agua
- Guantes
- Lapicero
- Protector facial
- Mascarilla quirúrgica

Equipo

- GPS.
- Cámara fotográfica
- Computadora laptop.

Materiales

- Frascos para la toma de muestra.
- Cooler Portátil

3.3.3. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Toma de muestra.

Se tomaron en total 8 muestras, una por pozo de 1 L por centro educativo para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en base al Protocolo nacional para el Monitoreo de la Calidad de los recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua - ANA. (**Anexo IA**).

Ejecución

- Se tomaron las coordenadas UTM haciendo uso de un GPS de los pozos en los 8 centros educativos del nivel inicial.
- En un recipiente limpio (balde) se llenó el agua de cada pozo
- Con todos los elementos de seguridad se procedió a tomar las muestras en los frascos esterilizados enviados por el laboratorio, y se taparon herméticamente.

- Los frascos requeridos de polietileno (primer uso) y vidrio, debidamente limpios y secos para evitar la contaminación de las muestras.
- Se dejó un espacio en cada envase (espacio de cabeza) a fin de permitir la expansión de la muestra.
- Para el análisis microbiológico se tomaron las muestras a una profundidad promedio de 25 cm en frascos de vidrio debidamente esterilizados, la toma fue directa con un espacio para aireación y homogeneización en el frasco
- Se rotularon los frascos con las muestras de agua debidamente adheridas a los recipientes, con toda la información pertinente, de forma clara y precisa al momento de registrar las muestras, para su correcta interpretación en el laboratorio, considerando: número de muestra - código de identificación (punto de muestreo), - origen de la fuente, - descripción del punto de muestreo, - fecha y hora de la toma de la muestra, - tipo de análisis requerido y nombre del responsable del muestreo.
- Luego se almacenaron en un cooler con gel refrigerante con la información correspondiente de acuerdo a la cadena de custodia, y se envió de inmediato al laboratorio para el análisis físico-químico y microbiológico de los parámetros solicitados.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variables	Dimensiones	Indicadores	
Variable independiente Parámetros fisicoquímicos y microbiológico	Física	<ul style="list-style-type: none"> · Color · Sabor · Olor · pH 	
	Química	<ul style="list-style-type: none"> · Conductividad eléctrica · Dureza total · Calcio · Magnesio · Alcalinidad · Sólidos totales disueltos · Salinidad PSU · ORP · Turbiedad · Sulfatos 	
	Microbiológica	<ul style="list-style-type: none"> · Coliformes totales · Escherichia Coli 	
	Variable dependiente	LMP	<ul style="list-style-type: none"> · Apta - No apta
	Calidad del agua	ECA	<ul style="list-style-type: none"> · Apta - No apta

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos producto de los análisis en el laboratorio se compararon con los límites máximos permisibles (LMP) según DS N° 031-2010 SA. y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano categoría A1 D.S. N° 004-2017-MINAM.

3.6 MÉTODO DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Debido a que la presente investigación corresponde a un diseño estadístico eminentemente descriptivo se aplicó una estadística descriptiva para lo cual se elaboraron tablas y figuras estadísticas para su interpretación y análisis correspondiente.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PÚBLICOS DE NIVEL INICIAL DE LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

4.1.1. PARÁMETROS FÍSICOS: OLOR, SABOR, COLOR

Para los parámetros de olor y sabor los límites máximos permisibles según el reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA) no establece una unidad de medida específica, por lo tanto, las ocho muestras analizadas por el laboratorio dan como resultado aceptable. según D.S. N° 031-2010-SA. Por consiguiente, cumple los parámetros mencionados (Tabla 2) y (anexos tablas 05 a la 11). En el caso del parámetro de color del agua, los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA y el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Consumo Humano categoría A1 según el D.S. N° 004-2017-MINAM, se basan en la técnica de medición UCV (Unidad de Color Verdadero). Sin embargo, el laboratorio donde se realizaron los análisis no cuenta con esta técnica, ya que el color es una característica organoléptica, perceptible a través de los sentidos humanos. El laboratorio encargado aseverar que el agua de las ocho muestras es **incolora** por ende se considera como **aceptable** (Tabla 2). Comparando con los resultados obtenidos por Torres (2019), en su tesis con el objetivo de determinar mediante análisis físicos y químicos si las sustancias que posee el agua potable del distrito de Laredo-Trujillo concluyó que las características organolépticas como sabor, color y olor fueron aceptables resultado que correlaciona con los encontrados en la presente investigación.

Tabla 02: Concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel.

Parámetros	Unidad de medida	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	LMP	ECA
Olor	---	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	---
Sabor	---	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	---
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	---	---	---	---	---	---	---	15	15
Potencial hidrógeno	pH	7.6	7.4	7.9	7.5	7.4	7.8	7.8	8.2	6.5-8.5	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	US/cm	1435.0	746.0	1302.0	1777.0	1025.0	1771.0	985.0	1083.0	1500	1500
Dureza total	mg/l	536.5	264.3	232.2	644.6	432.4	376.4	284.3	404.4	500	500
Calcio como CaCO ₃	mg/l	464.4	236.2	188.2	548.5	268.3	328.3	232.2	360.3	---	---
Magnesio como MgCO ₃	mg/l	72.1	28.0	44.0	96.1	164.2	48.0	52.0	44.0	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	264.2	248.2	140.1	268.2	392.4	248.2	228.2	188.2	---	---
Sólidos disueltos	mg/l	717.0	373.0	651.0	889.0	512.0	886.0	492.0	541.0	1000	1000
Salinidad PSU	g/l	0.7	0.4	0.7	0.9	0.5	0.4	0.5	0.5	---	---
ORP	mV	182.3	155.4	230.1	211.3	212.0	166.5	200.4	212.1	---	---
Turbiedad	NTU	0.2	1.5	0.8	1.1	1.4	1.0	0.2	1.6	5	5
Sulfatos	mg/l	163.1	45.7	37.1	123.1	135.5	106.9	45.7	96.4	250	250
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	43	184	120	76	350	121	132	156	0	50
E-Coli	UFC/100ml (NMP/100ml)	2	16	4	6	0	11	2	4	0	0

a. Parámetro turbidez

Las ocho muestras analizadas para el parámetro de turbidez están en un rango aceptable entre 0.2 y 1.6 NTU, por lo cual todas las muestras cumplen con la normativa peruana. En comparación con los LMP del reglamento de calidad de agua para consumo humano del DS N° 031-2010-SA que establecen 5 NTU como LMP; estos resultados comparados con los obtenidos por Sánchez et al. (2022), quienes diagnosticaron la calidad del agua para consumo humano en Carmen Pampa y Chovacollo (Coroico - Bolivia); encontrando una turbidez entre 0.14 a 1.81 NTU; Gonzales et al. (2023), analizaron para consumo humano los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica - Perú; entre los resultados 1 de 17 puntos de muestreo, superó el valor límite de turbidez de 5 NTU, se puede expresar que dichos resultados son similares a los encontrados en los pozos del distrito de san Miguel.

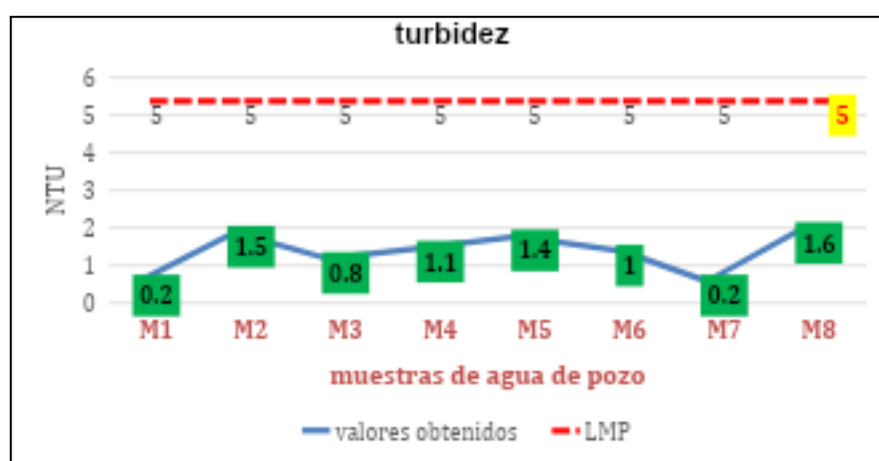


Figura 02: Grado de turbidez en relación al LMP

4.1.2. PARÁMETROS QUÍMICOS.

b. Potencial de hidrógeno (pH)

De acuerdo a la figura 1 referida al potencial de hidrógeno (pH), se observar que los resultados de las 8 muestras registraron valores de 7.4 a 7.8 encontrándose entre el rango de 6.5 y 8.5 por lo tanto cumplen con los LMP de la normativa peruana establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, por lo tanto, las ocho muestras cumplen con la normativa, al respecto Sánchez et al. (2022), diagnosticaron la calidad del agua para consumo humano

en Carmen Pampa y Chovacollo (Coroico - Bolivia) obteniendo valores de pH entre 6.78 a 7.57, dichos resultados comparados con los obtenidos en las aguas de pozo de los CE de nivel inicial del distrito de San Miguel son ligeramente inferiores.



Figura 03: Potencial Hidrógeno en relación al LMP

Conductividad eléctrica (CE)

Según la figura 02, se pueden observar los valores del parámetro conductividad eléctrica de las 8 muestras de agua indicando que las aguas de las muestras M4 y M6 superan los 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ por lo que no cumplen con los LMP, mientras que en las muestras M1, M2, M3, M5, M7, M8 están por debajo de los 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ cumpliendo con los LMP del reglamento de agua para consumo humano establecido en el D.S. N° 031-2010-SA. En relación a los resultados; Sánchez et al. (2022), realizaron el muestreo en un sistema de abastecimiento de agua, con base en parámetros fisicoquímicos entre ellos evaluaron la conductividad eléctrica, encontrando valores entre 27.5 a 28.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$ dichos resultados permiten aseverar que son significativamente inferiores a los encontrados en la presente investigación.

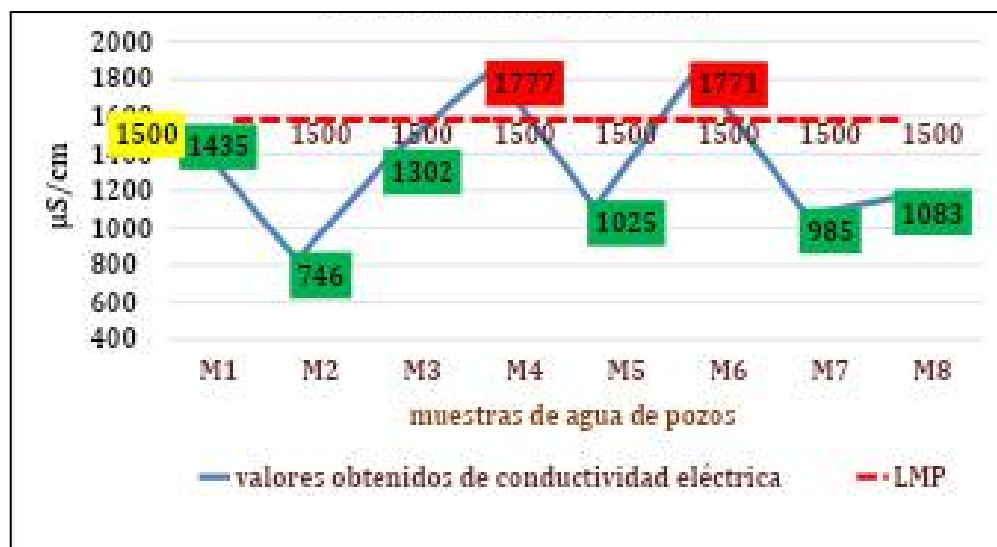


Figura 04: Conductividad eléctrica en relación al LMP

c. Parámetros de dureza total.

El reglamento de agua para consumo humano establecido por el D.S. N° 031-2010-SA, fija el valor de 500 mg CaCO₃/L como LMP, según la figura 3 las muestras M1 y M4 obtuvieron un resultado de 526.5 y 644.6 mg CaCO₃/L respectivamente lo cual indica que no cumplen con los LMP; mientras las muestras M2, M3, M5, M6, M7 y M8 obtuvieron resultados de 294.3, 232.2, 432.4, 376.4, 284.3 y 404.2 mg CaCO₃/L respectivamente cumpliendo con LMP. Al respecto, Hilachoque y Portocarrero (2022), entre sus resultados sobre las características fisicoquímicas del agua para consumo humano de la localidad de Congata - Arequipa, encontraron una dureza total en tres puntos de muestreo, obteniendo valores en mg/L de 229.4, 239.0 y 226.7 por debajo de los LMP 500 mg/L, dichos resultados son similares a los encontrados en la presente investigación con excepción de las muestras M1 y M4 aguas que superan los LMP.



Figura 05: Concentración de dureza total en relación al LMP

d. Parámetros calcio, magnesio, alcalinidad, salinidad PSU y ORP

En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para calcio, magnesio, alcalinidad expresados en mg CaCO₃/l y los parámetros de salinidad PSU, ORP expresados en g/l y mV respectivamente, estos parámetros no se consideran en los LMP del reglamento de calidad de agua para consumo humano del DS N° 031-2010-SA. Ni los ECA del Agua para Consumo Humano categoría A1 D.S. N° 004-2017-MINAM. Prato et al. (2020), determinaron la potabilidad del agua de cuatro pozos subterráneos de un área rural del estado Mérida, mediante la caracterización fisicoquímica para comprobar la factibilidad de su uso para consumo, resaltando que las aguas presentan gran variedad de minerales destacándose el Ca, Na y Mg como cationes mayoritarios y una dureza básicamente debida a iones bicarbonato

Tabla 03: Resultado de Los parámetros calcio, magnesio, alcalinidad, salinidad PSU y ORP

Pozos	Calcio	Magnesio	Alcalinidad	Salinidad PSU	ORP
Muestras	mg Ca/l	Mg Mg/l	mg CaCO ₃ /l	g/l	mV
M1	464.4	72	264.2	0.7	182.3
M2	236.2	28	248.2	0.4	155.4
M3	188.2	44	140.1	0.7	230.1
M4	548.5	96.1	268.2	0.9	211.3
M5	268.3	164.2	392.4	0.5	12
M6	328.3	48	248.2	0.4	166.5
M7	232.2	52	228.2	0.5	200.4
M8	360.3	44	188.2	0.5	212.1

Parámetros Sólidos totales disueltos Según el reglamento de calidad de agua para consumo humano del DS N° 031-2010-SA y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano categoría A1 D.S. N° 004-2017-MINAM. Establecen como LMP 1000 mg/l, según la figura 04 las ocho muestras analizadas están por debajo del LMP entonces cumplen con los parámetros establecidos siendo la muestra M2 el menor valor obtenido con 373 mg/l y la muestra M4 el de mayor valor obtenido con 889 mg/l; al respecto Hilachoque & Portocarrero (2022), encontraron un rango de 542 y 998 mg/L de Sólidos Totales Disueltos dichos valores son similares a los encontrados en la presente investigación por encontrarse por debajo de los LMP.



Figura 06: Concentración de sólidos totales en relación al LMP

4.1.3. PARÁMETRO SULFATOS

Según la figura 5, los valores de sulfatos ($\text{mg SO}_4/\text{l}$) en las muestras analizadas oscilaron entre 37.1 y 163.1 mg/l , manteniéndose por debajo del límite máximo permisible de 250 mg/l . Por lo tanto, estos valores cumplen con los estándares establecidos en el reglamento de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA) y el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano categoría A1 (D.S. N° 004-2017-MINAM); de acuerdo a este parámetro Hilachoque & Portocarrero (2022), encontró en sulfatos valores de 117.1 y 204.7 mg/L similares a los resultados de los pozos M1, M4 y M5 pero superiores a la de los pozos M2, M3, M6, M7 y 8 encontrándose ambos resultados por debajo de los LMP.

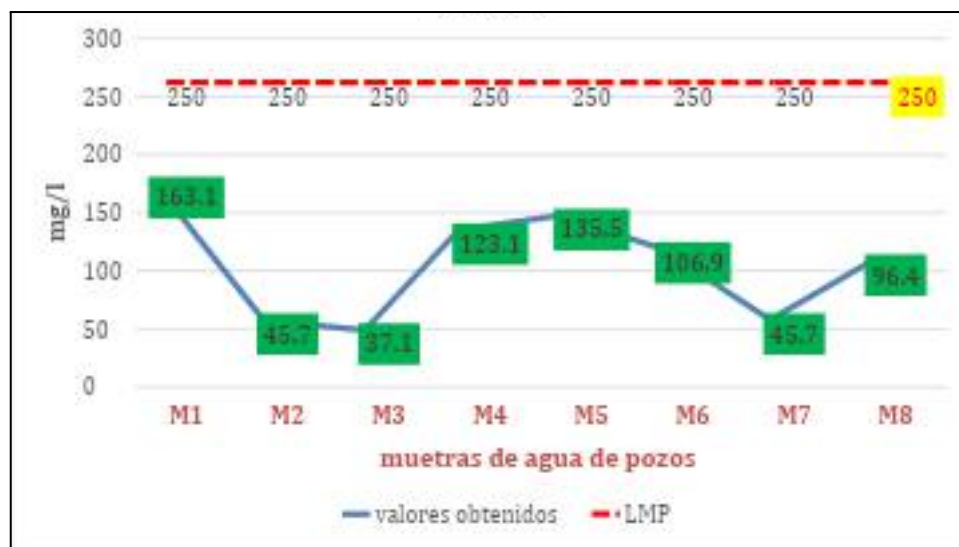


Figura 07: Concentración de sulfatos en relación al LMP

4.1.4. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS.

e. Coliformes totales y *Escherichia coli*

En la figura 7, se puede observar que para el caso del parámetro coliformes totales los valores de las muestras analizadas fueron de 43 UFC/100 ml para la muestra M1 la más baja y 350 UFC/100 ml para la muestra 5 la más alta de las 9 muestras analizadas cuyos valores superan a los 0 UFC/100 ml, por lo que los valores de los ocho pozos no cumplen con los LMP del reglamento de agua para consumo humano establecidos por el D.S. N° 031-2010.

De acuerdo a la figura 08, se puede observar que para el parámetro *Escherichia coli* los valores de las 8 muestras analizadas fueron de 2 UFC/100 ml siendo el valor más bajo correspondiente a las muestras 2 y 5 siendo el más alto con 16 UFC/100 ml para la muestra 3 seguida de la muestra 6 con 11 UFC/100 ml por lo tanto la generalidad de las aguas de pozos correspondientes a los 8 centros educativos del nivel inicial superan los LMP de 0 UFC/100 ml, por lo que dichos resultados no son aptas para consumo humano de acuerdo al reglamento de agua para consumo humano establecido por el D.S. N° 031-2010- SA. a excepción de la muestra M5 que dio un resultado de 0 UFC/100 ml la cual cumple con los LMP. con relación a los resultados microbiológicos Coliformes totales, Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli*, Condori (2023), alcanzo valores de: 240.00

NMP/100 ml, 75.00 NMP/100 ml, 9.30 NMP/100 ml respectivamente, valores muy elevados de agua para consumo humano establecido en el D.S. N° 031-2010-SA, concluyen que ninguno cumple con los LMP, por lo que no es apta para consumo humano, dichos resultados y conclusión coinciden con los obtenidos en la presente investigación verificando algunas diferencias en las concentraciones.

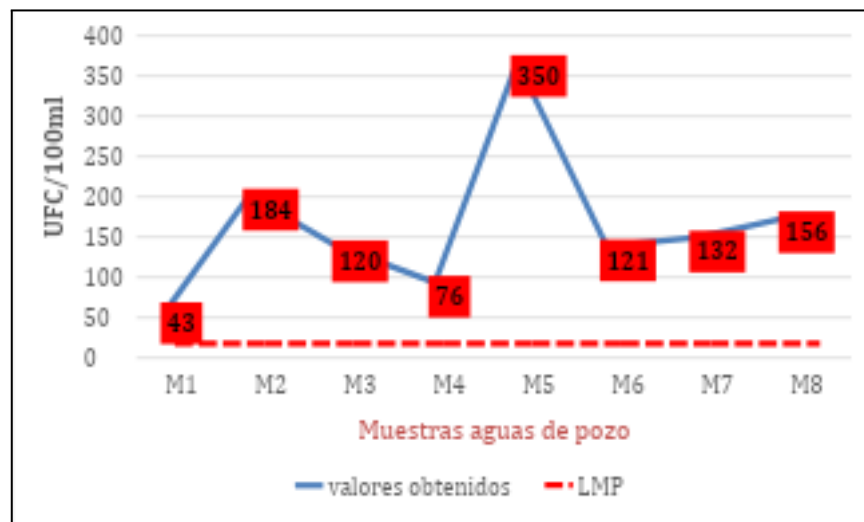


Figura 08: Concentración de coliformes totales en relación al LMP



Figura 09: Concentración de Escherichia coli en relación al LMP

4.2. COMPARACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS PÚBLICOS DE NIVEL INICIAL DE LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL, CON LOS LMP D.S. N° 031-2010-SA Y LOS ECA CATEGORÍA 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM

Tabla 04: Comparación de la concentración de parámetros de Aguas de 8 pozos para consumo humano de CEI distrito San Miguel con los LMP y ECA normativa peruana.

Parámetros	Unidad de medida	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	LMP	Apt	N	ECA	A	N
Olor	---	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	**	--	---	*	---
		ble	ble	ble	ble	ble	ble	ble	ble	able		-			
Sabor	---	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta	Acepta			---		
		ble	ble	ble	ble	ble	ble	ble	ble	able					
Color	Color verdadero	---	---	---	---	---	---	---	---	15			15		
	Escala Pt/Co														
Potencial hidrógeno	pH	7.6	7.4	7.9	7.5	7.4	7.8	7.8	8.2	6.5-8.5	**	--	6.5-8.5	*	---
Conductividad eléctrica	US/cm	1435.0	746.0	1302.0	1777.0	1025.0	1771.0	985.0	1083.0	1500	**	*	1500	**	*
Dureza total como CaCO₃	mg/l	536.5	264.3	232.2	644.6	432.4	376.4	284.3	404.4	500	**	*	500	**	*

Calcio	como	mg/l	464.4	236.2	188.2	548.5	268.3	328.3	232.2	360.3	---	---
CaCO₃												
Magnesio	como	mg/l	72.1	28.0	44.0	96.1	164.2	48.0	52.0	44.0	---	---
MgCO₃												
Alcalinidad		mg/l	264.2	248.2	140.1	268.2	392.4	248.2	228.2	188.2	---	---
CaCO₃												
Sólidos	totales	mg/l	717.0	373.0	651.0	889.0	512.0	886.0	492.0	541.0	1000	** - 1000
disueltos												
Salinidad PSU		g/l	0.7	0.4	0.7	0.9	0.5	0.4	0.5	0.5	---	---
ORP		mV	182.3	155.4	230.1	211.3	212.0	166.5	200.4	212.1	---	---
Turbiedad		NTU	0.2	1.5	0.8	1.1	1.4	1.0	0.2	1.6	5	5
Sulfatos		mg/l	163.1	45.7	37.1	123.1		106.9	45.7	96.4	250	250
							135.5.					
Coliformes		UFC/100ml	43	184	120	76	350	121	132	156	0	* 50
totales		(NMP/100 ml)										** *
E- Coli		UFC/100ml	2	16	4	6	0	11	2	4	0	** *
		(NMP/100 ml)										** *

La tabla 4 presenta la comparación de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los 8 pozos con los ECA y LMP correspondientes a los CE de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel, en la que se puede apreciar que, cumplen con los parámetros físico, en cuanto a los parámetros químicos pH, STD, salinidad y sulfatos del agua de los 8 pozos cumplen con los ECA y LMP, no ocurre lo mismo con la C.E. ya que sólo los pozos 4 y 6 exceden los estándares, y en cuanto a la dureza la generalidad cumple con excepción del agua de los pozos 1 y 4. Observando las concentraciones de los parámetros microbiológicos coliformes totales la totalidad de los pozos sobrepasan los ECA y LMP, de manera similar ocurre con la concentración de *Escherichia coli* con excepción del agua del pozo 5 razón suficiente para aseverar que el agua de los pozos de los centros educativos del nivel inicial constituyen un serio riesgo para la salud de los niños especialmente por las altas concentraciones de los parámetros microbiológicos al respecto; Sánchez (2022), quien diagnosticó la calidad del agua para consumo humano en Carmen Pampa y Chovacollo (Coroico - Bolivia). evaluó el pH, conductividad eléctrica, turbidez y (*E. coli*) Los valores de pH estuvieron entre valores de 6.78 a 7.57; la conductividad eléctrica entre 27.5 a 28.27 $\mu\text{S}/\text{cm}$, la turbidez entre 0.14 a 1.81 NTU, *E coli*, en 4 puntos de muestreo fue de 0 UFC/100ml, excepto en el tanque de Chovacollo y Carmen de la pampa que fue de (28 UFC/100ml) y (14 UFC/100ml) respectivamente, valores que al ser contrastados con los de la presente investigación guardan cierta similitud presentando mejores condiciones los resultados obtenidos por Sanchez. por su parte González (2023), Evaluó los parámetros turbidez, conductividad eléctrica, pH, sólidos totales disueltos, *Escherichia Coli*, coliformes termotolerantes, del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. Los resultados indican que solo 1 de los 17 puntos de muestreo superó el límite máximo permisible de turbidez de 5 NTU establecido por la normativa peruana, mientras que los demás parámetros se mantuvieron dentro de los valores aceptables. En cuanto a los aspectos microbiológicos, 4 de los 17 puntos de

monitoreo presentaron niveles de *Escherichia coli*, coliformes termotolerantes y fecales por encima de los límites permitidos por el reglamento de agua para consumo humano.

En comparación con la presente investigación, se observó que en los 8 puntos de muestreo analizados, los parámetros de turbidez, pH y sólidos disueltos totales cumplían con los límites máximos permisibles. Sin embargo, en el caso de la conductividad eléctrica y *Escherichia coli*, solo un punto de muestreo alcanzó los valores establecidos.

Por otro lado, Soria (2021) realizó un estudio sobre la calidad del agua en los pozos del Caserío de Santo Tomás, ubicado en el distrito de San Juan Bautista, departamento de Iquitos. Analizaron parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos como: potencial de hidrógeno, turbidez, color, conductividad, sólidos totales disueltos, dureza total, sulfatos y coliforme totales. de los 5 pozos analizados cumplieron con los LMP según el DS N° 031-2010-SA, a excepción del potencial de hidrógeno y coliformes totales, con 4,25 a 5,02 y con 17 NMP/100mL respectivamente, dichos valores se encuentran fuera del límite máximo permisible. Comparados con los resultados de los 8 pozos analizados discrepan ya que estos cumplen con los LMP. excepto conductividad eléctrica y dureza total de los 8 pozos 2 no cumplen con los LMP, al igual que coliformes totales; Tacuri. (2019), En su estudio sobre la calidad del agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales en Juliaca, Puno, se determinó que los parámetros de sólidos totales disueltos y turbidez no superaban los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA). Estos resultados coinciden con los hallazgos de la presente investigación, donde ninguno de los 8 pozos analizados excedió los LMP en dichos parámetros.

En cuanto a la dureza y los sulfatos, el estudio previo indicó que estos valores sobrepasan los límites normativos, lo que sugiere que el agua de los pozos no sería apta para el consumo humano. Sin embargo, en la presente investigación, todas las muestras analizadas cumplen con los LMP en sulfatos, mientras que en el caso de la dureza total, solo 2 de las 8 muestras no cumplen con los valores establecidos.

Respecto a los parámetros bacteriológicos, como coliformes totales y *Escherichia coli*, los resultados del estudio previo muestran que ambos exceden los LMP, lo que concuerda con los hallazgos de la presente investigación, donde la mayoría de las muestras superan los límites permitidos, salvo una que sí se ajusta a los valores normativos.

4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS

4.3.1. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Hipótesis Alternativa

Ha: La calidad físico-química y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel no cumplen con la normativa peruana de calidad para consumo humano.

Hipótesis Nula:

H₀: La calidad físico-química y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel cumplen con la normativa peruana de calidad para consumo humano.

Contrastando ambas hipótesis se acepta la hipótesis alternativa Ha y se rechaza la hipótesis nula H₀ dado que las aguas de los pozos no son aptas para consumo por sus elevadas concentraciones de la generalidad de los parámetros microbiológicos según categoría A1 D.S. N° 004-2017-MINAM y D.S. N° 031-2010-SA.

4.3.2. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

Hipótesis Ha: Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial del distrito de San Miguel presentan altas concentraciones.

Hipótesis Nula H₀ : Los parámetros físicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial del distrito de San Miguel presentan altas concentraciones.

Contrastación: Se acepta la hipótesis alternativa Ha y se rechaza la hipótesis nula H₀ debido a que los parámetros microbiológicos presentan elevadas concentraciones no aptas para su consumo.

4.3.3. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

Hipótesis Ha: Las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial zona periférica del distrito de San Miguel no cumplen con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA

Hipótesis Nula H_0 :

Las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial zona periférica del distrito de San Miguel cumplen con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA

Contrastación: Se acepta la hipótesis alterna H_a y se rechaza la hipótesis nula H_0 debido a que los parámetros microbiológicos no cumplen con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA.

CONCLUSIONES

Primera: A pesar de que la calidad físico-química y microbiológica del agua de los pozos de los centros educativos de nivel inicial en el distrito de San Miguel cumple con los estándares ambientales y límites máximos permisibles (ECA y LMP) en la mayoría de los parámetros físicos y químicos, su alto contenido de microorganismos excede los valores aceptables según la categoría A1 del D.S. N° 004-2017-MINAM y el D.S. N° 031-2010-SA. Esto representa un riesgo sanitario para los estudiantes y el personal de los CEI.

Segunda: Los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos en los centros educativos públicos de la zona periférica del distrito de San Miguel muestran condiciones favorables en cuanto a color, olor, sabor y turbidez. En términos químicos, los valores de pH (7.2 - 8.2), calcio, magnesio, alcalinidad, sólidos totales, sulfatos y salinidad cumplen con la normativa vigente. No obstante, la conductividad eléctrica en los pozos 4 y 6 (1777 y 1771 $\mu\text{S}/\text{cm}$) y la dureza total en los pozos 1 y 4 (536.5 y 644.6 mg/l) exceden los límites establecidos. Asimismo, los parámetros microbiológicos indican que la totalidad de las muestras analizadas presentan concentraciones de coliformes totales y *Escherichia coli* superiores a los valores permitidos, con excepción del pozo 5 de la I.E.I. N° 950 Anexo San Agustín.

Tercera: La mayoría de los parámetros fisicoquímicos del agua de los pozos analizados cumplen con los estándares de calidad ambiental (ECA categoría 1, DS N° 004-2017-MINAM) y los límites máximos permisibles (LMP, DS N° 031-2010-SA), salvo la conductividad eléctrica en los pozos 4 y 6 y la dureza total en los pozos 1 y 4. Sin embargo, los análisis microbiológicos evidencian que los niveles de coliformes totales y

Escherichia coli exceptuando el pozo 5 sobrepasan los valores normativos, lo que confirma que el agua no es apta para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda a la Municipalidad del distrito de San Miguel, a la empresa Seda Juliaca y a la UGEL San Román gestionar el suministro de agua potable en las instituciones educativas de nivel inicial, a fin de prevenir riesgos sanitarios entre los estudiantes y demás miembros de la comunidad escolar.

Segunda: Se sugiere a los centros educativos de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel realizar la desinfección del agua con hipoclorito de calcio, limitando su uso exclusivamente para fines higiénicos y evitando su consumo.

Tercera: Se insta a los pobladores cercanos a solicitar la implementación de programas de monitoreo y control de la calidad del agua de sus pozos, en colaboración con la municipalidad, el Gobierno Regional, DIRESAS, DIGESAS, Redes de Salud y el Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico. Asimismo, se recomienda exigir a Seda Juliaca la instalación de un sistema de abastecimiento de agua potable que garantice el acceso a un recurso seguro y de calidad para la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2012). *ANA Informa que Ríos de Puno Están Contaminados por Actividad Poblacional y Factores naturales*. Drupal.
<https://www.ana.gob.pe/noticia/ana-informa-que-rios-de-puno-estan-contaminados-por-actividad-poblacional-y-factores>
- Arango Ruiz, Á. (2013). Crisis mundial del agua. *Producción + Limpia*, 8(2), 7-8.
- Brousett-Minaya, M., Chambi Rodríguez, A., Mollocondo Turpo, M., Aguilar Atamari, L., Lujano Laura, E. (2018). Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno—Perú. *Fides et Ratio - Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia*, 15(15), 47-68.
- Cirelli, A. F., & Volpedo, A. V. (2019). Evaluación de calidad de agua empleando Indicadores Físico-Químicos. *La Bioindicación En El Monitoreo y Evaluación de Los Sistemas Fluviales de La Argentina. Bases Para El Análisis de La Integridad Ecológica.*, 14.
- Condori Quispe, P. A. (2023). Evaluación de parámetros físico químico y microbiológico del agua de pozo para consumo humano en el barrio Azoguini de la ciudad de Puno.
http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC/629/Paul_Angel_CONDORI_QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz Delgado, C. (2005). *RECURSOS HÍDRICOS Conceptos básicos y estudios de caso en Iberoamérica* (Piriguazú ediciones).
- Elías Silupu, J. W., Gutiérrez Pérez, B. N., Narváez Gonzales, W. R., & Chávez García, S. C. (2022). Evaluación de la Calidad de Agua de los Pozos Sector Porvenir la Caña, Distrito de Virú y su Ulterior Potabilización. *Sendas*, 3(1), 65–94.
<https://doi.org/10.47192/rcs.v3i1.80>
- Escale Minedu. (2012). *Estadística de la Calidad Educativa*.
- Espínola Lozano, F. (2015). *Agua y medio ambiente*. Departamento: Ingeniería Química, Ambiental y de los Materiales Universidad de Jaén. fespino@ujaen.es

- Foster, S. (2017). *Protección de la Calidad del Agua Subterránea* (Vol. 01).
chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://documents1.worldbank.org/curated/en/229001468205159997/pdf/25071PUB01Spanish10BOX0334116B01PUBLIC1.pdf
- García, P. A. (2019). *Agua, medio ambiente y desarrollo en el siglo XXI: México desde una perspectiva global y regional*. El Colegio de Michoacán A.C.
- Gonzales Saenz, W., Acharte Lume, L. M., Poma Palacios, J. C., Sánchez Araujo, V. G., Quispe Coica, F. A., & Meseguer Pallares, R. (2023). Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano en seis comunidades rurales altoandinas de Huancavelica-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(1), 23-31.
<https://doi.org/10.18271/ria.2023.486>
- Hilachoque, G., & Portocarrero, M. (2022). Características organolépticas del agua para consumo humano y su relación con la percepción de la población de la localidad de Congata, Arequipa. Recuperado de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/102869/Hilachoque_MGS-Portocarrero_VMS-SD.pdf?sequence=1
- Jiménez, B. E. (2001). *La Contaminación Ambiental en México*. Editorial Limusa.
- Martínez Bencardino, Ciro. (2012). *Estadística y muestreo* (13.ª ed.). Rcoediciones.
- Prato-Moreno, J. G., Millán-Marrero, F. C., Prada-Andrade, C. M., Tănăselia, C., Prado, L. C., Lucena, M. E., Ríos-García, I., & González-Ramírez, L. C. (2020). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de aguas subterráneas de un sector rural a baja altitud en Los Andes venezolanos. *Kasmera*, 48(1).
<https://www.redalyc.org/journal/3730/373064123013/html/>
- Sánchez, B. M., Franco, F. A., Pinedo, M. N., & Kucharsky, A. D. (2022). *Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico—Bolivia*. 10.
- Sandoval, E. (2021). *Análisis De La Calidad De Agua Para Consumo Humano En Pozos*

- Tubulares Del Centro Poblado De Moro Paucarcolla, Puno 2019.* 1–70.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./243>
- Sierra Ramirez, C. A. (2011). *Calidad del agua Evaluación y Diagnóstico* (Leonardo David López Escobar).
https://www.google.com.pe/books/edition/Calidad_del_agua/2fAYEAAAQBAJ?hl=es&gbpv=1&printsec=frontcover
- Soria, J. A. C., & Arroyo, J. A. (2021). *Calidad de las aguas de pozos artesianos del caserío de santo tomás del distrito de San Juan Bautista.* 98.
- Tacuri Robles, r. (2019). *Determinación de la calidad de agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales asociados,* Juliaca, Puno.
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/b6350533-0189-4433-b031-7df9eda656da/content>
- Torres Gallardo, K. P. (2019). *Análisis físico y químico del agua potable del distrito de Laredo – Trujillo, 2017.* [tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Trujillo]: Repositorio Institucional UNT.
- Vargas, C. (2023, febrero 13). *El impacto del acceso al agua potable en el Perú. Blog especializado en la gestión sostenible del agua.*
<https://grupohidraulica.com/noticias/2023/02/13/cual-es-el-impacto-del-acceso-al-a-gua-potable-en-el-peru/>

ANEXO

Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA: CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE POZOS DE LOS CENTROS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL EN LAS ZONAS PERIFÉRICAS DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL PROVINCIA DE SAN ROMÁN

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>GENERAL ¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos de nivel inicial de la zona periférica del distrito de San Miguel de acuerdo a los ECA y LMP?</p> <p>ESPECÍFICOS ¿Cuál es la concentración de los parámetros físico químicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos de nivel inicial del distrito de San Miguel provincia de San Román?</p> <p>-¿Cumplirán con los estándares de calidad ambiental categoría 1 - DS N° 004-2017-minam y LMP según D.S. N° 031-2010-SA las aguas de pozos de los centros educativos de nivel inicial de zona periférica del distrito de San Miguel provincia de San Román?</p>	<p>GENERAL Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel provincia de San Román de acuerdo a la normativa peruana.</p> <p>ESPECÍFICOS Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel</p> <p>Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel, con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA.</p>	<p>GENERAL La calidad físico-química y microbiológica del agua de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial de las zonas periféricas del distrito de San Miguel no cumplen con la normativa peruana de calidad para consumo humano.</p> <p>ESPECÍFICAS Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial del distrito de San Miguel presentan altas concentraciones.</p> <p>Las aguas de pozos de los centros educativos públicos de nivel inicial zona periférica del distrito de San Miguel no cumplen con los estándares de calidad ambiental Categoría 1 - D.S. N° 004-2017-MINAM y LMP D.S. N° 031-2010-SA</p>	<p>INDEPENDIENTE</p> <p>Parámetros fisicoquímicos y microbiológico</p> <p>DEPENDIENTE</p> <p>Calidad del agua de pozos</p>	<p>FÍSICA</p> <p>QUÍMICA</p> <p>MICROBIOLÓGICA</p>	<p>-T°</p> <p>-Color</p> <p>-Olor</p> <p>-Turbidez</p> <p>-Dureza</p> <p>-Alcalinidad</p> <p>-Acidez</p> <p>-pH</p> <p>-Calcio</p> <p>-Magnesio</p> <p>-Salinidad</p> <p>-Coliforme total</p> <p>-Coliforme fecal</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: descriptivo</p> <p>Tipo No experimental</p> <p>Población: 8 pozos</p> <p>Muestra 8 pozos</p> <p>1 L/pozo</p> <p>TÉCNICA Registro Observación en campo</p> <p>Custodia</p> <p>INSTRUMENTOS Registro de campo Registro de puntos de muestreo Cadena de custodia Método estadístico: Descriptivo</p>

Tabla 05: Muestra (M1): institución educativa N°1162 Villa hermosa resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	ECA D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial de hidrógeno	pH	7.6	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	1435.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	536.5	500	500	No Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	464.4	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	72.1	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	264.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	717.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.7	---	---	---
ORP	mV	182.3	---	---	---
Turbiedad	NTU	0.2	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	163.1	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	43	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta (*) --- (**)
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	2	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 06: Muestra (M2): institución educativa N°1332 Villa San Jorge resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial de hidrógeno	pH	7.4	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	746.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	264.3	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	236.2	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	28.0	---	---	---

Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	248.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	373.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.4	---	---	---
ORP	mV	155.4	---	---	---
Turbiedad	NTU	1.5	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	45.7	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	184	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
E- Coli	UFC/100ml (NMP/100ml)	16	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 07: Muestra (M3): institución educativa N°976 Señor de Marruecos resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial de hidrógeno	pH	7.9	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	1302.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	232.2	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	188.2	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	44.0	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	140.1	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	651.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.7	---	---	---
ORP	mV	230.1	---	---	---
Turbiedad	NTU	0.8	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	37.1	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	120	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
E- Coli	UFC/100ml (NMP/100ml)	4	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 08: Muestra M4: institución educativa N°765 San Carlos resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta

Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial hidrógeno	pH	7.5	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	1777.0	1500	1500	No Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	644.6	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	548.5	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	96.1	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	268.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	889.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.9	---	---	---
ORP	mV	211.3	---	---	---
Turbiedad	NTU	.1.1	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	123.1	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	76	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	6	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 09: Muestra (M5): institución educativa N°606 Escuri resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial hidrógeno	pH	7.4	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	1025.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	432.4	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	268.3	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	164.2	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	392.4	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	512.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.5	---	---	---
ORP	mV	212.0	---	---	---
Turbiedad	NTU	.1.4	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	135.5.	250	250	Apta

Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	350	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	0	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	Apta

Tabla 10: Muestra (M6): institución educativa N°998 Ayabacas resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial hidrógeno	pH	7.8	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	1771.0	1500	1500	No Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	376.4	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	328.3	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	48.0	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	248.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	886.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.4	---	---	---
ORP	mV	166.5	---	---	---
Turbiedad	NTU	.1.0	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	106.9	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	121	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	11	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 11: Muestra (M7): institución educativa N°1141 El Sol resultados del análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	LMP D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial hidrógeno	pH	7.8	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	US/cm	985.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	284.3	500	500	Apta

Calcio como CaCO ₃	mg/l	232.2	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	52.0	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	228.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	492.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.5	---	---	---
ORP	mV	200.4	---	---	---
Turbiedad	NTU	.0.2	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	45.7	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	132	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	2	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

Tabla 12: Muestra (M8): institución educativa N°950 Anexo San Agustín resultado de análisis comparativo

Parámetros	Unidad de medida	Valor obtenidos	LMP D.S. N° 031-2010-SA	ECA D.S. N° 004-2017-MI NAM	Aceptabilidad
Olor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Sabor	---	Aceptable	Aceptable	---	Apta
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	---	15	15	---
Potencial de hidrógeno	pH	8.2	6.5-8.5	6.5-8.5	Apta
Conductividad eléctrica	µS/cm	1083.0	1500	1500	Apta
Dureza total como CaCO ₃	mg/l	404.4	500	500	Apta
Calcio como CaCO ₃	mg/l	360.3	---	---	---
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	44.0	---	---	---
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	188.2	---	---	---
Sólidos totales disueltos	mg/l	541.0	1000	1000	Apta
Salinidad PSU	g/l	0.5	---	---	---
ORP	mV	212.1	---	---	---
Turbiedad	NTU	.1.6	5	5	Apta
Sulfatos	mg/l	96.4	250	250	Apta
Coliformes totales	UFC/100ml (NMP/100ml)	156	0 UFC/100ml	50 NMP/100ml	No Apta
<i>E- Coli</i>	UFC/100ml (NMP/100ml)	4	0 UFC/100ml	0 NMP/100ml	No Apta

** según: LMP D.S. N° 031-2010-SA; * ECA D.S. N° 004-2017-MINAM; --- no establece

Anexo 02: Protocolos, registros y estándares

Anexo IA: PROTOCOLO NACIONAL PARA EL MONITOREO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS - ANA.

Ver:https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf



Anexo ID. estándares de calidad ambiental (eca) para agua DS: 004 – 2017 MINAM.

Ver: **10 NORMAS LEGALES Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias**

Tabla 13: Agua subterráneas destinada a la producción de agua potable subcategoría A

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	A1	A2	A3
		AGUS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON DESINFECCIÓN	AGUS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO CONVENCIONAL	AGUS QUE PUEDEN SER POTABILIZADAS CON TRATAMIENTO AVANZADO
Físicos – químicos				
aceite y grasa	mg/L	0.5	1.7	1.7
Cianuro total	mg/L	0.07		
Cianuro libre	mg/L		0.2	0.2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color	Color verdadero escala Pt/Co	15	100(a)	
conductividad	μS/cm	1500	1600	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500		
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0.003		
Fluoruros	mg/L	1.5		
Fósforo total	mg/L	0.1	0.15	0.15
Materiales flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropológico	Ausencia de material flotante de origen antropológico	Ausencia de material flotante de origen antropológico
Nitratos	mg/L	50	50	50
Nitritos	mg/L	1.5	1.5	
Amoniaco-N	mg/L	3	3	
Oxígeno Disuelto	mg/L	26	25	24
Potencial de hidrógeno (pH)	pH	6.5 – 8.5	5.5 – 9.0	5.5 – 9.0
Sólidos disueltos totales	mg/L	1000	1000	1500
Sulfatos	mg/L	250	500	
Turbiedad	UNT	5	100	
Microbiológico				
Coliformes totales	NMP/100ml	20	2000	20000
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	0		
Formas parasitarias	N° organismo s/L	0		
Escherichia coli	NMP/100ml			
Vibrio cholerae	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia

Fuente: D. S. N° 004-2017-MINAM

Anexo IE. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano N° 031-2010-SA.

Ver: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.p

f

Tabla 14: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticas

N°	parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Olor	--	Aceptable
2	Sabor	--	Aceptable
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	Turbiedad	UNT	5
5	pH	Valor de pH	6.5 a 8.5
6	Conductividad (25°C)	µmho/Cm	1500
7	Sólidos totales disueltos	mg/L	1000
8	cloruros	mg Cl ⁻ /L	250
9	sulfatos	mg SO ₄ ⁼ /L	250
10	Dureza total	mg CaCO ₃ /L	500
11	Amoniaco	mg N/L	1.5
12	Hierro	mg Fe/L	0.3
13	manganeso	mg Mn/L	0.4
14	aluminio	mg Al/L	0.2
15	cobre	mg Cu/L	2.0
16	zinc	mg Zn/L	3.0
17	sodio	mg Na/L	200

Fuente: DS N° 031-2010-SA

Tabla 15: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

N°	Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Bacterias Coliformes totales	UFC/100 mL a 35°C	0
2	E. Coli	UFC/100 mL a 44.5°C	0
3	Bacterias Coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL a 44.5°C	0
4	Bacteria heterotróficas	UFC/100 mL a 35°C	500
5	Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° Org/L	0
6	Virus	UFC/100 mL	0
7	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estados evolutivos	N° Org/L	0

Fuente: DS N° 031-2010-SA

Anexo 03: Resultado de análisis del laboratorio



HYDRALT
INGENIERIA DEL AGUA
RUC: 20602260411

LABORATORIO
FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO



Nº 002185

CODIFICACIÓN

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-182-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
 ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
 DNI/ RUC : 80467407
 TIPO DE ANALISIS : Análisis de Físicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
 Provincia : San Roman
 Distrito : San Miguel
 Dirección : El N°1162 "Villa Hermosa"

TIPO DE AGUA : Subteranea (Pozo)
 FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
 HORA DEL MUESTREO :
 MUESTREADO POR : Solicitante
 FECHA DE ANÁLISIS : 24/10/2024

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2018 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,6
Temperatura	°C	-	17,0
Conductividad Eléctrica	µS/cm	1500	1435,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	536,5
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	464,4
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	72,1
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	264,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	717,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,7
ORP	mV	-	182,3
turbiedad	NTU	5	0,2
Sulfatos	mg/l	250	163,1
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2018 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	43
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	2

UFC/Total = Unidades Formadas en Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada
 * REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024



Ing. JULIO C. RODRIGUEZ MARCHA
RUC: N° 226918

INFORMES: 991 322518
DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Nº 002180

CODIFICACIÓN

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-180-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Fisicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : JEI N°1332 "San Jorge"

TIPO DE AGUA : Subterránea (Pozo)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 24/10/2024

2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6.5 - 8.5	7.4
Temperatura	°C	-	17.0
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	746.0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	264.3
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	236.2
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	28.0
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	248.2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	373.0
Salinidad PSU	g/l	-	0.4
ORP	mV	-	155.4
turbiedad	NTU	5	1.5
Sulfatos	mg/l	250	45.7
Hierro	mg/l	0.30	-

4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	184
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	16

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada
* REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA

Ing. JULIO C. RODRIGUEZ MARQUEZ
N° 283918

INFORMES: 991 322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM



Nº 002173

CODIFICACIÓN

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-178-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI/ RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Físicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IBI N°976 "Señor de Marruecos"

TIPO DE AGUA : Subterránea (Pozo)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 26/10/2024

2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,9
Temperatura	°C	-	17,6
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	1302,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	232,2
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	188,2
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	44,0
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	140,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	651,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,7
ORP	mV	-	230,1
turbiedad	NTU	5	0,8
Sulfatos	mg/l	250	37,1
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	120
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	4

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada
* REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA

Ing. JULIO C. RODRIGUEZ MARCHA
CIP N° 229018

INFORMES: 991 322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Nº 002173

CODIFICACION

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-178-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Fisicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IEI N°976 "Señor de Marruecos"
TIPO DE AGUA : Subterránea (Pozo)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 26/10/2024

2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,9
Temperatura	°C	-	17,6
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	1362,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	232,2
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	188,2
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	44,0
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	140,1
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	651,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,7
ORP	mV	-	230,1
turbiedad	NTU	5	0,8
Sulfatos	mg/l	250	37,1
Hierro	mg/l	0,50	-

4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	120
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	4

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada.
* REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
Ing. JULIO C. RODRIGUEZ MARQUEA
CIP N° 229318

INFORMES: 991 322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

Nº 002178

CODIFICACION

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-179-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Fisicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IEI N°765 "San Carlos"

TIPO DE AGUA : Subterránea (Pozo)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 24/10/2024

2. CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERÍSTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,5
Temperatura	°C	-	17,1
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	1777,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	644,6
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	548,5
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	96,1
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	268,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	889,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,9
ORP	mV	-	211,3
turbiedad	NTU	5	1,1
Sulfatos	mg/l	250	123,1
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	76
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	6

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada
* REG. A. MENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA



Nº 002176

CODIFICACION

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-177-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAIHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Fisicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IEL N°606 "Escuri"

TIPO DE AGUA : Subterranea (Poza)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 26/10/2024

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,4
Temperatura	°C	-	16,9
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	1025,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	432,4
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	268,3
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	164,2
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	392,4
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	512,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,5
ORP	mV	-	212,0
turbiedad	NTU	5	1,4
Sulfatos	mg/l	250	135,5
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	350
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	-

1UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonias en 100 ml de muestra de agua filtrada
* REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
Julio C. Rodríguez Murga

Nº 002183

CODIFICACIÓN

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-181-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Fisicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IEI N°998 "Ayabavas"

TIPO DE AGUA : Subterránea (Pozo)
FECHA DE MUESTREO : 24/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 24/10/2024

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,8
Temperatura	°C	-	17,0
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	1771,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	376,4
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	328,3
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	48,0
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	248,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	886,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,4
ORP	mV	-	166,5
turbiedad	NTU	5	1,0
Sulfatos	mg/l	250	106,9
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	121
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	11

UFC/100ml: * Unidades Formadoras de Colonias de 100 ml de muestra de agua filtrada
* REGLAMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliaca, 26 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA
10/2



Nº 002190

CODIFICACIÓN

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
INFORME DE ENSAYO N°031-185-2024

1. DATOS GENERALES

ASUNTO : Análisis de agua para Consumo Humano
ENTIDAD Y/O SOLICITANTE : PEDRO HUGO HUAHUACHAMPI PALOMINO
DNI / RUC : 80467407
TIPO DE ANALISIS : Análisis de Físicoquímico y Microbiológico

1.1. LOCALIZACION Y/O PUNTO DE MUESTREO

Región : Puno
Provincia : San Roman
Distrito : San Miguel
Dirección : IEL N° 1145 "El Sol"

TIPO DE AGUA : subterránea (pozo)
FECHA DE MUESTREO : 29/10/2024
HORA DEL MUESTREO :
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE ANÁLISIS : 29/10/2024

2. CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS

OLOR: Aceptable COLOR: Aceptable SABOR: Aceptable

3. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Potencial de hidrogeno pH	pH	6,5 - 8,5	7,8
Temperatura	°C	-	16,6
Conductividad Eléctrica	uS/cm	1500	985,0
Dureza Total como CaCO ₃	mg/l	500	284,3
Calcio como CaCO ₃	mg/l	-	232,2
Magnesio como CaCO ₃	mg/l	-	52,0
Alcalinidad como CaCO ₃	mg/l	-	228,2
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	1000	492,0
Salinidad PSU	g/l	-	0,5
ORP	mV	-	200,4
turbiedad	NTU	5	0,2
Sulfatos	mg/l	250	45,7
Hierro	mg/l	0,30	-

4. CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS

PARÁMETROS	Unidad de Medida	* L.M.P. D.S. 031-2010 SA.	VALORES OBTENIDOS
Coliformes Totales	UFC/100ml	0 UFC/100ml	132
Escherichia Coli (E. Coli)	UFC/100ml	0 UFC/100ml	2

UFC/100ml = Unidades Formadoras de Colonia en 100 ml de muestra de agua / unidad
* REGLEMENTO DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Juliana, 30 de Octubre del 2024

HYDRALT S.R.L.
INGENIERIA DEL AGUA

JULIO C. RODRIGUEZ MARCHA
D.N. N° 228913

INFORMES: 991 322518

DIRECCIÓN: URB. PRADERAS DEL INKA II ETAPA S1-18 - JULIACA - PUNO

WWW.HYDRALT.COM

75

Anexo 04: Solicitudes de autorización para la toma de muestras

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora

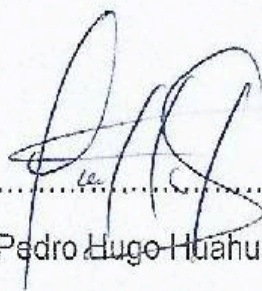
Directora de la institución inicial IEI 950

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



.....
Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407




.....
Yancy Leonor Galla Pilco
DIRECTORA (e)

Recibido 24-10-2024

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora: Ayda Yapu Cutipa

Directora de la institución inicial IFEI 1162 Villa las Flores

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407



Prof. Ayda Meri Yapu Cutipa
DIRECTORA (e)

Recibido.

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora:

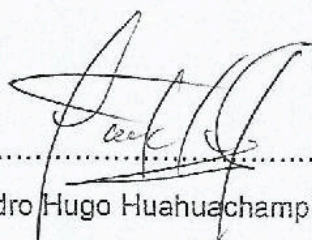
Directora de la institución inicial IEI N° 606 Escuri
.....

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



.....
Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407




Nelly Borda Chajna
DIRECTORA (a)

Telefono: 925976553

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora:

Directora de la institución inicial IEI N° 998.

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



Ruth Maria Rito Amargui
DIRECTORA (e)

Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407

17-10-2024

San Miguel, 17 de octubre del 2024

Sr.(a) Roger Pokfillo Vargas

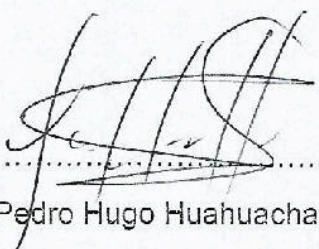
Directora de la institución inicial 706.71.

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



.....

Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora: Welda Dpaza Condoni

Directora de la institución inicial 1332. San Jorge

Mediante la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de solicitar su autorización para la toma de muestra de agua de la institución que usted dirige, las muestras formaran parte del análisis fisicoquímico y microbiológico de mi proyecto de tesis.

Por todo lo expuesto, le reitero mi solicitud de autorización, agradeciendo de antemano toda la cooperación que pueda prestar al respecto.

Sin más a que referirme y en espera a una respuesta favorable a esta solicitud, me despido.

Atentamente.



Tesista. Pedro Hugo Huahuachampi Palomino

DNI: 80467407



Prof. Rosmirán

22-10-24

San Miguel, de octubre del 2024

Sr.(a) Directora: Marlene Choquehuaca Nicua

Directora de la institución inicial 976

Anexo 05: Imágenes toma de muestras

