

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN
EL CENTRO POBLADO CHIMU SECTOR VALLECITO, PROVINCIA DE PUNO -**

2023

PRESENTADA POR:

CARLA YAMILE TICONA HUALCUNA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2024



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



10.17%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 19 SEP 2024, 12:14 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
2.47%

● CHANGED TEXT
7.7%

Report #22888717

CARLA YAMILE TICONA HUALCUNA // ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN EL CENTRO POBLADO CHIMU SECTOR VALLECITO, PROVINCIA DE PUNO - 2023 RESUMEN En la actualidad el centro poblado de Chimú sector Vallecito, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable; por lo cual se abastece para su uso doméstico de pozos de agua subterráneas los cuales se desconoce su calidad; ante ello se planteó el objetivo de evaluar la calidad de aguas subterráneas de pozos de uso doméstico. Para ello se realizó el muestreo de agua de 6 pozos, para realizar el análisis de los parámetros físicoquímicos y biológicos (pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, E. coli y coliformes totales y fecales) en dos fechas. Siendo resultante una concentración de parámetros físicoquímicos y microbiológicos para la primera fecha de 7.2 a 7.4 de pH, 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, 4.9 meq/L a 9 meq/L de calcio, 1.9 meq/L a 3.8 meq/L de magnesio, 0.49 meq/L a 1.02 meq/L de potasio, 0.2 meq/L a 0.43 meq/L de sodio, 2.5 meq/L a 7 meq/L de cloruros, 0.95 meq/L a 4.41 meq/L de sulfatos, 0.12 meq/L a 0.34 meq/L de bicarbonatos, 1.7 meq/L a 3.9 meq/L de nitratos, $10 \cdot 12$ UFC/100 ml a $4.4 \cdot 10^4$ UFC/100ml de coliformes totales y 2 UFC/100 ml a $50 \cdot 10^3$ UFC/100ml de coliformes fecales; mientras que en la segunda fecha presentaron 7.9

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN
EL CENTRO POBLADO CHIMU SECTOR VALLECITO, PROVINCIA DE PUNO -
2023

PRESENTADA POR:

CARLA YAMILE TICONA HUALCUNA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

ASESOR DE TESIS

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 30 de septiembre del 2024

DEDICATORIA

En el andar del recorrido profesional quiero dedicarle este primer esfuerzo a mi madre que me enseñó desde muy pequeña que para obtener algo en la vida hay que esforzarse a pesar de las adversidades que la vida pone en tu camino siempre seguir adelante.

A mi hermana, que siempre está detrás de mis pasos, siempre para ver que no caiga o darme una mano para seguir adelante.

A la persona especial que siempre está ahí para ayudarme y corregirme en cuanto lo necesite.

Finalmente a mi padre, que no creo que lea esto, pero dedicar este proyecto por lo poco o mucho que contribuye para que mi persona fuera lo que es hoy.

Carla Yamile Ticona Hualcuna

AGRADECIMIENTOS

Agradecer por el espacio, lugar y momento que nos permite desarrollarnos como profesionales por las enseñanzas que nos otorgaron todos los ingenieros, licenciados y doctores en la travesía universitaria.

Agradezco infinitamente a mis padres por darme la oportunidad de ser profesional y aportar a mi educación, a mi hermana por enseñarme que las circunstancias pueden ser malas pero uno se acomoda y tira para adelante a mi personita especial por estar junto a mi a lo largo de este proceso de elaboración de esta tesina y a todas las personas que me apoyaron en este proceso.

Agradezco a los vecinos del sector vallecito que me permitieron entrar a sus hogares para poder tomar las muestras también por compartirme las historias y relatos de cómo se va desarrollando este sector.

Mi corazón se eleva con gratitud para con mi asesora que estuvo a lo largo de este proceso corrigiendo y observando el avance de este proyecto, así también con mis jurados que desde un inicio estuvieron afables para con el proceso que llevó elaborar esta tesina.

Carla Yamile Ticona Hualcuna

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1.1. Problema general	15
1.1.2. Problemas específicos	15
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. A nivel internacional	16
1.2.2. A nivel nacional	17
1.2.3. A nivel local	20
1.3. OBJETIVOS	23
1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	24
2.1.1. Agua	24

2.1.2. Clasificación del agua a partir de sus propiedades para el consumo	24
2.1.3. Calidad del agua	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL	29
2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.3.1. Hipótesis general	29
2.3.2. Hipótesis específicas	29
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	31
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	32
3.2.1. Población	32
3.2.2. Muestra	32
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	33
3.3.1. Tipo de investigación	33
3.3.2. Diseño de investigación	33
3.3.3. Método	33
3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	34
3.3.5. Operacionalización de variables	34
3.3.6. Procedimiento metodológico	34
3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO	37
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. DETERMINAR LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS EXISTENTES EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR VALLECITO DEL CENTRO POBLADO DE CHIMU, DE LA PROVINCIA DE PUNO, 2023	38
4.1.1. Primera fecha de evaluación (2023/02/10)	38
4.1.2. Segunda fecha de evaluación (2023/05/04)	46

4.2. EVALUAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR VALLECITO DEL CENTRO POBLADO DE CHIMU, DE LA PROVINCIA DE PUNO, 2023	54
4.2.1. Primera fecha de evaluación (2023/02/10)	54
4.2.2. Segunda fecha de evaluación (2023/05/04)	55
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	56
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Operacionalización de variables	34
Tabla 02: Coordenadas de puntos de Muestreo	35
Tabla 03: Concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la primera fecha	39
Tabla 04: Concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la segunda fecha	47
Tabla 05: Concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la primera fecha	55
Tabla 06: Concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la segunda fecha	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la zona en estudio.	31
Figura 02: Ubicación del sector Vallecito y puntos de muestreo	32
Figura 03: Puntos de muestreo en el sector Vallecito	35
Figura 04: Contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	40
Figura 05: Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	41
Figura 06: Contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	41
Figura 07: Contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	42
Figura 08: Contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	43
Figura 09: Contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	43
Figura 10: Contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	44
Figura 11: Contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	45
Figura 12: Contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	45
Figura 13: Contenido de nitratos en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha	46
Figura 14: Contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	48
Figura 15: Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	48
Figura 16: Contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	49
Figura 17: Contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	50
Figura 18: Contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	50
Figura 19: Contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	51
Figura 20: Contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	52
Figura 21: Contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha	52
Figura 22: Contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda	

fecha

53

Figura 23: Contenido de nitratos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha 54

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Certificado de análisis de la calidad del agua de parámetros fisicoquímicos	66
Anexo 02: Certificado de análisis de la calidad del agua de parámetros biológicos	69
Anexo 03: Panel fotográfico	74

RESUMEN

En la actualidad el centro poblado de Chimu sector Vallecito, no cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable; por lo cual se abastece para su uso doméstico de pozos de agua subterráneas los cuales se desconoce su calidad; ante ello se planteó el objetivo de evaluar la calidad de aguas subterráneas de pozos de uso doméstico. Para ello se realizó el muestreo de agua de 6 pozos, para realizar el análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos (pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, potasio, sodio, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, *E. coli* y coliformes totales y fecales) en dos fechas. Siendo resultante una concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para la primera fecha de 7.2 a 7.4 de pH, 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 18340 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, 4.9 meq/L a 9meq/L de calcio, 1.9 meq/L a 3.8 meq/L de magnesio, 0.4 9 meq/L a 1.02meq/L de potasio, 0.2 meq/L a 0.43 meq/L de sodio, 2.5 meq/L a 7meq/L de cloruros, 0.95 meq/L a 4.41 meq/L de sulfatos, 0.12 meq/L a 0.34 meq/L de bicarbonatos, 1.7 meq/L a 3.9 meq/L de nitratos, $10 \cdot 12$ UFC/100 ml a $4.4 \cdot 10^4$ UFC/100ml de coliformes totales y 2 UFC/100 ml a $50 \cdot 10^3$ UFC/100ml de coliformes fecales; mientras que en la segunda fecha presentaron 7.9 a 8.2 de pH, 767 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ de conductividad eléctrica, 5.28 meq/L a 8.49 meq/L de calcio, 0.27 meq/L a 1.05 meq/L de magnesio, 0.07 meq/L a 0.36 meq/L de potasio, 2.24 meq/L a 8.24 meq/L de sodio, 2.33 meq/L a 11.52 meq/L de cloruros, 1.02 meq/L a 2.95 meq/L de sulfatos, 0.11 meq/L a 0.21 meq/L de bicarbonatos, 1.2 meq/L a 7.7 meq/L de nitratos, $17 \cdot 10^2$ UFC/100 ml a $90 \cdot 10$ UFC/100 ml de coliformes totales y $4 \cdot 10$ UFC/100 ml a $17 \cdot 10$ UFC/100 ml de coliformes fecales. concluyendo que en las dos fechas de evaluación los parámetros fisicoquímicos no sobrepasan el LMP; mientras que los parámetros biológicos si sobrepasan el LMP

Palabras Clave: Agua, Biológicos, Fisicoquímicos, Parámetros, Pozo.

ABSTRACT

At the present time, the population center of Chimú Vallecito sector, does not have a drinking water supply system; therefore, it is supplied for domestic use from groundwater wells whose quality is unknown; therefore, the objective was to evaluate the quality of groundwater from wells for domestic use in the Vallecito sector of the Chimú population center, Vallecito sector, Province of Puno, 2023. To this end, water from 6 wells was sampled for analysis of physicochemical and biological parameters (pH, electrical conductivity, calcium, magnesium, potassium, sodium, chlorides, sulfates, carbonates, bicarbonates, nitrates, E. coli and total and fecal coliforms) on two dates. The resulting concentration of physicochemical and microbiological parameters for the first date was 7.2 to 7.4 pH, 73.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 183.40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ of electrical conductivity, 4.9 meq/L to 9 meq/L of calcium, 1.9 meq/L to 3.8 meq/L of magnesium, 0.49 meq/L to 1.02 meq/L of potassium, 0.2 meq/L to 0.43 meq/L sodium, 2.5 meq/L to 7 meq/L chlorides, 0.95 meq/L to 4.41 meq/L sulfates, 0.12 meq/L to 0.34 meq/L bicarbonates, 1.7 meq/L to 3.9 meq/L nitrates, $10 \cdot 10^2$ CFU/100ml to $4.4 \cdot 10^4$ CFU/100ml total coliforms and 2 CFU/100ml to $50 \cdot 10^3$ CFU/100ml fecal coliforms; while on the second date they presented 7.9 to 8.2 pH, 767 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ of electrical conductivity, 5.28 meq/L to 8.49 meq/L of calcium, 0.27 meq/L to 1.05 meq/L of magnesium, 0.07 meq/L to 0.36 meq/L of potassium, 2.24 meq/L to 8.24 meq/L of sodium, 2.33 meq/L to 11.52 meq/L of chlorides, 1.02 meq/L to 2.95 meq/L of sulfates, 0.11 meq/L to 0.21 meq/L of bicarbonates, 1.2 meq/L to 7.7 meq/L of nitrates, $17 \cdot 10^2$ CFU/100ml to $90 \cdot 10^3$ CFU/100ml of total coliforms and $4 \cdot 10^1$ CFU/100ml to $17 \cdot 10^1$ CFU/100ml of fecal coliforms. concluding that in the two evaluation dates the physicochemical parameters do not exceed the LMP; while the biological parameters do exceed the LMP.

Keywords: Water, Biological, Physical - chemical, Parameters, Well.

INTRODUCCIÓN

El agua en la actualidad está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. La explotación incorrecta de las aguas subterráneas origina varios problemas. El peligro más común y difundido, en el agua de consumo humano es la contaminación microbiana con aguas servidas y excretas del hombre y de los animales (Calsin, 2016).

El amplio uso de las aguas subterráneas (más allá de la tasa de recarga) junto con el manejo inadecuado de los residuos sólidos y las aguas residuales de los centros urbanos, ha aumentado la vulnerabilidad del sistema de aguas subterráneas (Semkuyu & Pandey, 2016), alcanza ser contaminada con patógenos microbianos de origen en el tracto intestinal de humanos y animales de sangre caliente. Las inadecuadas instalaciones de saneamiento en las zonas urbano marginales y rurales, además de la presencia de letrinas/pozo séptico in situ, hace que las fuentes subterráneas sean vulnerables a la contaminación por patógenos microbianos (Lutterodt et al., 2018).

La contaminación del agua subterránea plantea una amenaza cada vez más importante a suministros de agua en muchas regiones de bajos ingresos del mundo (Alcaide & Santos, 2019), por ende, el seguimiento y la evaluación de la calidad del agua de los pozos y pozos excavados a mano es importante, ya que los hallazgos permitan desarrollar estrategias de gestión eficaces para mejorar la calidad del agua de estas fuentes.

En el centro poblado Chimu del distrito y provincia de Puno, es común el uso de pozos para obtener agua para consumo humano, puesto que esta zona no cuenta aún con el servicio de conexión de agua potable a nivel domiciliario, lo que ha llevado a sus pobladores a la utilización de dichos pozos, así mismo se evidencia focos de contaminación en el centro poblado, como consecuencia del crecimiento de la población

en dicho ámbito, el mismo que podría estar afectando de manera directa o indirecta la calidad del agua que es obtenida de los pozos.

En ese contexto se plantea el desarrollo de la presente tesina titulado “Análisis de la calidad de agua de pozos de uso doméstico en el centro poblado Chimu sector Vallecito, provincia de Puno - 2023 ”; Para ello se recopiló información de artículos científicos, libros, páginas webs, tesis, entre otros para el desarrollo de este estudio.

Constituido por cuatro capítulos, que a continuación se mencionan; el capítulo I, planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación. Capítulo II, detalla el marco teórico, marco conceptual, marco normativo e hipótesis de la investigación, La metodología de la investigación se aborda en el Capítulo III e incluye información sobre la población y la muestra, los procesos, el tratamiento de datos, las metodologías y las herramientas. En el Capítulo IV se presentan los resultados del estudio junto con la discusión correspondiente. Por último, las conclusiones y sugerencias de la investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el sector vallecito del Centro Poblado de Chimu de la Provincia de Puno en la actualidad no cuenta con abastecimiento de agua potable por lo cual este Centro poblado se abastece para el uso doméstico de 30 pozos de agua subterráneas los cuales están ubicados en distintos puntos, del cual 50 viviendas se abastecen teniendo que sacar en baldes para así llevarlo a su domicilio y poder usarlo.

Este centro Poblado es una zona que pertenece a la bahía interior del lago Titicaca por lo cual es una zona que cuenta con una capa freática rica, de la cual los pobladores aprovecharon para poder hacer pozos artesanales, que les permitan tener acceso al agua para su uso doméstico, al ser agua cercana al lago Titicaca y con la posible contaminación que se ve en la bahía interior del lago, esta agua puede tener distintos componentes físico químicos los cuales se desea saber.

Siendo uno o el principal problema de nuestra investigación, no se cuenta con datos precisos del agua de pozo que se aprovecha para el uso doméstico, para ello necesitamos saber cuáles son sus parámetros físicoquímicos y biológicos.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la calidad de aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el centro poblado de Chimu sector Vallecito, Provincia de Puno, 2023?

1.1.2. Problemas específicos

❖ ¿Cuáles la concentración de los parámetros físico químicos de las aguas

subterráneas de pozos de uso doméstico en el Centro Poblado Chimu Sector Vallecito, Provincia de Puno, 2023?

- ❖ ¿Cuáles la concentración de los parámetros biológicos de las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el Centro Poblado Chimu Sector Vallecito, Provincia de Puno, 2023?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. A nivel internacional

Alcivar et al., (2017), en el artículo científico, denominado “Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos” cuyo objetivo fue evaluar los indicadores y realizar una comparación con la norma vigente TULSMA. La metodología de la investigación fue de carácter, explicativos, exploratorio con enfoque cuantitativo, donde se recolectó y analizó 4 puntos recopilados. los resultados obtenidos se clasificó en promedio de los cuatro puntos de muestreo y fechas; pH = 7.0 (15/03/2016), 7.035 (30/03/2016) y 7.0 (15/04/2016), en TDS = 1000.25 mg/l (15/03/2016), 1000.25 mg/l (30/03/2016) y 1000 mg/l (15/04/2016), OD = 5.34 mg/l (15/03/2016), 5.39 mg/l (30/03/2016) y 5.31 mg/l (15/04/2016), DBO = 3.27 mg/l (15/03/2016), 3.32 mg/l (30/03/2016) y 3.34 mg/l (15/04/2016), Nitratos = 10.34 mg/l (15/03/2016), 10.36 mg/l (30/03/2016) y 10.36 mg/l (15/04/2016), Sulfatos = 253 mg/l (15/03/2016), 269.25 mg/l (30/03/2016) y 260 mg/l (15/04/2016) y en coliformes totales se obtuvo; P1 = 2320 (nmp/100 ml), P2 = 2320 (nmp/100 ml), P3 = 1770 (nmp/100 ml) y P4 = 3900 (nmp/100 ml), en coliformes fecales se obtuvo; P1 = 1570 (nmp/100 ml), P2 = 1570 (nmp/100 ml), P3 = 2470 (nmp/100 ml) y P4 = 2570 (nmp/100 ml). Concluyendo que el pH y TDS se encuentran dentro de los rangos establecidos por el TULSMA a diferencia de DBO, sulfato y nitrato, los mismos que se encuentran por encima de los rangos. En cuanto a los parámetros microbiológicos los cuatro puntos monitoreados se encuentran dentro de los rangos establecidos por el TULSMA.

Castillo & Romero (2020), en su investigación denominada “Análisis de distribución de concentraciones de los metales pesados hierro y manganeso en pozos de la comuna 8

de Villavicencio - meta.”. Tiene por objetivo: Analizar la distribución de los metales pesados Hierro y manganeso en los pozos de la comuna 8 de Villavicencio – Meta mediante Cartografía descriptiva. La metodología empleada en la investigación fue de carácter deductivo no experimental. Los resultados sobre los muestreos de los parámetros In Situ realizados en 03 puntos en temporada alta arrojaron los siguientes datos: Punto 01 (C.E. = 134.1 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 6.98 ppm, pH = 6.63, T = 26.3 °C), Punto 02 (C.E. = 25.3 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 7.39 ppm, pH = 5.85, T = 25.2 °C), Punto 03 (C.E. = 88 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 4.77 ppm, pH = 5.5, T = 25.2 °C). Los resultados en temporada baja los arrojaron los siguientes datos: Punto 01 (C.E. = 135.3 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 6.82 ppm, pH = 6.5, T = 25 °C), Punto 02 (C.E. = 26.2 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 7.49 ppm, pH = 5.80, T = 25.2 °C), Punto 03 (C.E. = 88.20 $\mu\text{S/cm}$, O.D. = 6.92 ppm, pH = 5.5, T = 25. °C). Las concentraciones de Hierro y Manganeso en temporada alta y baja dieron como promedio los siguientes datos: Punto 01 (Fe = 0.41 mg/L y Mn = 0.0785 mg/L), Punto 0 (Fe = 0.035 mg/L y Mn = 0.056mg/L) y en el Punto 03 (Fe = 0.18 mg/L y Mn = 0.06 mg/L). Concluyendo que el método de extracción de los pozos en todos los casos son el mismo (bombeo), los mismos que oscilan en una profundidad de 44 – 80 metros, en temporada baja las concentraciones de hierro (0.33 y 0.91mg/L) en los puntos 1 y 3 exceden los niveles permisibles de la Normativa Colombiana (Resolución 2115 del 2007) e Internación (OMS) los cuales no deben de superar el 0.1 mg/L.

1.2.2. A nivel nacional

Gutierrez (2018), en su investigación, denominada “Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en el centro poblado de Virú, distrito Viru, Peru, 2018”, cuyo objetivo principal fue identificar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de aguas subterráneas para el consumo humano del distrito de Uraca-Corire, la investigación fue de tipo experimental, donde los resultados arrojaron un total de 3 puntos de muestreo en 4 estaciones distintas, teniendo un valor mínimo de de pH de 7.43 perteneciente de la muestra M1 y M2 de la estación de verano, a diferencia del punto M3 que tuvo un pH de 7.84 en la estación de invierno, en

temperatura se tuvo un 21.6°C correspondiente al punto M1 en otoño, y de 24°C en el punto M2 en verano, para la conductividad eléctrica se registró un mínimo de 1327 $\mu\text{S}/\text{cm}$ perteneciente al punto M3 y 1382 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en el mismo punto en la estación de verano, para el oxígeno disuelto se registró un máximo de 5.63 mg/l del punto M3 invierno y 3.81 mg/l en el punto M3 y M2 Verano, en la alcalinidad se tuvo una máximo de 188.75mg/L CaCO_3 en el punto M1 y M3 otoño, con un mínimo de 1181.51 mg/L CaCO_3 primavera, en los cloruros se tuvo un máximo de 105.67 mg/L Cl en el punto M2 otoño y 90.57 mg/L Cl correspondiente al punto M1 otoño, en los sulfatos se obtuvo un máximo de 432.10 SO_4 mg/L en el punto M2 invierno y 258.50 SO_4 mg/L en el punto m2 otoño, y en los nitratos se tuvo un máximo de 16.14 NO_3 mg/L en el punto m3 invierno y un mínimo de 12.78 NO_3 mg/L en el punto M3 primavera. Concluyendo que las aguas subterráneas pertenecientes a la zona de estudio son aptas para el consumo humano al contener valores aceptables en Dureza Total, Sólidos Totales y en sulfatos.

Apucusi (2019), en su proyecto, denominado “Caracterización físico química, hidrológica y ecológica de las aguas subterráneas de los distritos de Characato, Polobaya, Quequeña, Mollebaya, Pocsi, Yarabamba y Sabandía de la provincia de Arequipa” cuyo objetivo es caracterizar la calidad fisicoquímica, hidrológica y ecológica de los acuíferos comprendidos en los distritos de Characato, Polobaya, Quequeña, Mollebaya, Pocsi, Yarabamba y Sabandía. Los resultados dieron los siguientes datos: T. seca (pH = 6.88, T = 16.82°C, O.D. = 6.09 mg/L, C.E. = 691.85 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Turbiedad = 1.0, DBO5 = < 2, DBO = < 2, Cloruros = 75.95 mg/L Dureza Total = 204.41 mg/L, S.T.D. = 496.43 mg/L, Ar = 0.027 mg/L, Fe = 0.0025 Mg/L, Pb = <0.0002 y Coliformes Totales = 5282.286 y T. húmeda (pH = 6.97, T = 15.40°C, O.D. = 6.0.4 mg/L, C.E. = 719.14 $\mu\text{S}/\text{cm}$, Turbiedad = 0.41, DBO5 = < 2, DBO = < 2, Cloruros = 70.59 mg/L Dureza Total = 193.81 mg/L, S.T.D. = 442.71 mg/L, Ar = 0.029 mg/L, Fe = 0.00479 mg/L, Pb = <0.0002 y Coliformes Totales = 653.8285). Se determinó que las aguas subterráneas de diversas regiones forman parte del mismo sistema acuífero, concluyendo que el análisis fisicoquímico de dichas aguas cumple con los criterios establecidos para los estándares de calidad

ambiental, tanto en términos de aptitud para el consumo humano como para el consumo animal, según lo establecido en la normativa DS N° 031-2010-SA.

Marquez (2022), determinó las concentraciones de arsénico en aguas subterráneas del distrito de Vegueta-Huaura, Lima, resultando un pH en el 2017 valor de 7,03 a 8,6 en el 2018, de 6,56, a 8,45. con varianza de ($p > 0,05$). La temperatura en el 2017 fue de 25,2 °C, a 25,3 °C. en el 2018, de 26,5 °C a 28,00 °C. con variación de ($p = 0,135$). La conductividad eléctrica en el 2017 fue de 480 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 1520,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ en el 2018, un valor de 340 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ a 1200,0 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; Con variación de ($p < 0,05$). El oxígeno disuelto en el 2017 fue de 1,2 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 6,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en el 2018, fue de 1,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 4,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; con variación de ($p < 0,05$). La dureza en el 2017 fue de 39 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 161 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$. en el 2018, fue de 30 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 120 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; con variación de ($p < 0,05$). El amoníaco en el 2017 fue de 0,001 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 0,15 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$; en el 2018, fue de 0,0012 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 0,4 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ con variación de ($p < 0,05$). El Arsénico en el 2017 fue de 0,040 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 1,71 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ en el 2018 fue de 0,011 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ a 0,999 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ con variación de ($p = 0,007$). Concluyendo que el agua no está dentro de los LMP por lo que recomienda el uso de filtros en caso de consumo y más sensibilización en cuanto al peligro de toxicidad de esta fuente de agua.

Morales (2022), evaluó la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata, Centro Poblado Paríamarca - Cajamarca, obtuvo muestras de 3 pozos, como resultados obtuvo el promedio de pH de los tres pozos tubulares en periodo de lluvia y estiaje fueron de 7,12 y 7,27, la Conductividad Eléctrica en época de lluvia tuvo un valor de 1296 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en estiaje fue 1062 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La Dureza Total en época de lluvia presentó 720,4 mg/L y en estiaje fue 755 mg/L . Los coliformes totales en época de lluvia tuvo una concentración de 5400 NMP/100 mL y en estiaje fue 1400 NMP/100 mL. los coliformes termotolerantes en época de lluvia tuvo 2400 NMP/100 mL y en estiaje fue 1300 NMP/100 mL. Los metales evaluados fueron Arsénico en época de lluvia, presentó 0,005 mg/L , en estiaje fue de 0,0037 mg/L . El plomo en época de lluvia fue de 0,002 mg/L , en estiaje fue de 0,0005

mg/L. Cromo en época de lluvia presento 0,0003 mg/L, en estiaje fue de 0,0002 mg/L., Cadmio en época de lluvia presentó 0,0001 mg/L, en estiaje fue de 0.00003 mg/L., entre otros, los resultados no sobrepasan los LMP. Se concluye que la calidad de las aguas subterráneas no son aceptables para el consumo humano, porque los parámetros de Dureza total, Coliformes Totales, Coliformes, superaron los LMP de la normativa.

1.2.3. A nivel local

Calsín (2016), en su investigación denominada “Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016 ”, tuvo por objetivo principal determinar los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en agua de pozo del sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca, teniendo lo siguientes resultados, conductividad eléctrica un promedio de 1636.25 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en pozo artesanal y 1082.18 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en pozo tubular, en temperatura un promedio de 14.49 °C en pozos artesanal y 14.52 °C en pozo tubular, en sólidos totales disueltos un promedio de 785.03 mg/l en pozos artesanales y 509.82 mg/l en pozos tubulares, en turbiedad un promedio de 2.15 NTU en pozos artesanales y 3.09 en pozos tubulares, en pH un promedio de 7.39 en pozos artesanales y 7.14 en pozos tubulares, en sulfatos un promedio de 324 mg/l en pozos artesanales y 226.18 en pozos tubulares, en nitratos un promedio de 34.10 mg/l en pozos artesanales y 28.4 mg/l en pozos tubulares, en cloruros un promedio de 206.5 en pozos artesanales mg/l y 134.31 en pozos tubulares. Concluyendo que los parámetros fisicoquímicos evaluados no exceden los LMP reglamentado por la Calidad de Agua para Consumo Humano N° 031-2010-SA, la variación de los parámetros entre pozos artesanales y pozos tubulares obedece a la altura en la que estas se encuentran, siendo los pozos tubulares más profundos, asu vez los parámetros bacteriológicos, coliformes totales y coliformes fecales exceden los LMP, a causa de la falta de un sistema de drenaje de aguas servidas en la zona de estudio.

Curo (2017), determinó la calidad bacteriológica y físico químico del agua de pozos con fines de consumo humano en las cuatro parcialidades del distrito de Huata, región Puno.

Se realizaron 04 puntos de muestreo, donde se obtuvo los siguientes resultados, la misma que se realizó en dos temporadas; Promedió temporada de Lluvias Escasas, (Coliformes Totales = 262.6 UFC/mL, Coliformes termotolerantes = 2.2 UFC/100ml, pH= 7.3, T = 16.5 °C, Turbiedad = 2.3 UNT, CE = 1848.9 μ S/cm, STD = 923.1, DT = 350.5 mg/L, Alcalinidad = 350.5 mg/L, Sulfatos = 98.5 mg/L, Cloruros = 142.8 mg/L, Hierro = 0.6 mg/L y Cu = 2.6 mg/L). Promedio de Lluvias Abundantes, (Coliformes Totales = 172.6 UFC/mL, Coliformes termotolerantes = 0.8 UFC/100ml, pH= 7.5, T = 15.4 °C, Turbiedad = 1.9 UNT, CE = 1500 μ S/cm, STD = 868.8, DT = 290.9 mg/L, Alcalinidad = 290.9 mg/L, Sulfatos = 73.5 mg/L, Cloruros = 118.0 mg/L, Hierro = 0.3 mg/L y Cu = 2.0 mg/L). Concluyendo que los parámetros exceden los LMP del DIGESA. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos se encuentra dentro de los LMP, excepto la Conductividad eléctrica.

Tacuri (2019), en su investigación denominada "Determinación de la calidad de agua de pozos artesanales y sus aspectos ambientales asociados, Juliaca, Puno, 2018", cuyo objetivo tuvo, determinar la calidad de agua de pozos artesanos de los alrededores de la ciudad de Juliaca, y sus riesgos ambientales asociados, cuya metodología se clasificó de tipo aplicada con un diseño no experimental de prolongación transversal. Se realizaron 10 muestreos en diferentes puntos los cuales dieron los siguientes Resultados: Muestra 01 (Coliformes totales = 39 UFC 100/mL, Escherichia coli = 0 UFC 100/mL, pH = 7.93, Dureza = 501.12 mg/L, Cloruros = 119.96 mg/L, Sulfatos = 180.8 mg/mL, STD = 360 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 02 (Coliformes totales = 129 UFC 100/mL, Escherichia coli = 07 UFC 100/mL, pH = 8.24, Dureza = 270.16 mg/L, Cloruros = 139.96 mg/L, Sulfatos = 171.2 mg/mL, STD = 347 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 03 (Coliformes totales = 28 UFC 100/mL, Escherichia coli = 0 UFC 100/mL, pH = 8.16, Dureza = 292.6.12 mg/L, Cloruros = 81.97 mg/L, Sulfatos = 283.6 mg/mL, STD = 438 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 04 (Coliformes totales = 93 UFC 100/mL, Escherichia coli = 11 UFC 100/mL, pH = 7.92, Dureza = 483.46 mg/L, Cloruros = 179.94 mg/L, Sulfatos = 397.6mg/mL, STD = 444 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 05

(Coliformes totales = 240 UFC 100/mL, Escherichia coli = 43 UFC 100/mL, pH = 7.82, Dureza = 398.78 mg/L, Cloruros = 169.95 mg/L, Sulfatos = 203.2 mg/mL, STD = 810 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 06 (Coliformes totales = 7 UFC 100/mL, Escherichia coli = 0 UFC 100/mL, pH = 7.63, Dureza = 1128.85 mg/L, Cloruros = 335.9 mg/L, Sulfatos = 250.4 mg/mL, STD = 271 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 07 (Coliformes totales = 7 UFC 100/mL, Escherichia coli = 0 UFC 100/mL, pH = 7.98, Dureza = 916.8 mg/L, Cloruros = 71.98 mg/L, Sulfatos = 238.4 mg/mL, STD = 398mg/L y Turbidez = 5 NTU). Muestra 08 (Coliformes totales = 0 UFC 100/mL, Escherichia coli = 0 UFC 100/mL, pH = 8.05, Dureza = 1014.14 mg/L, Cloruros = 263.92 mg/L, Sulfatos = 338.4 mg/mL, STD = 326 mg/L y Turbidez = 5 NTU). Concluyendo que los parámetros físicos están de acuerdo al margen de los LMP que son emitidos por la DS N° 031-2010-SA, donde se hace referencia que las aguas se encuentran aceptables para el consumo humano, a diferencia de los parámetros bacteriológicos (240 UFC/100mL), que sobrepasan la normativa. En ciertos puntos de estudio se encontró altos niveles de dureza y de sulfatos, (1128 mg/L) y (397.60 mg/L), los mismos que exceden los rangos del LMP.

Sandoval (2021), en su investigación denominada “Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019” cuyo objetivo principal fue determinar la calidad de agua de pozos en centro poblado de Moro, en base a características fisicoquímicas microbiológicas para el consumo humano de acuerdo al D.S. N° 031-2010-SA, como resultados se obtuvo en Conductividad eléctrica un máximo de 7230 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (pozo 1) y un mínimo 1430 (pozo 5), en temperatura un máximo de 17.9°C (pozo 1 y 4) y mínimo de 17.7°C (pozo 2), en sólidos totales un máximo de 865.21mg/l (pozo 2) y un mínimo de 523 mg/l (pozo 3), en turbidez un máximo de 1.81 UNT (pozo 3) y un mínimo de 1.05 (pozo 4), en potencial de hidrógeno (pH) un máximo de 7.959 pH (pozo 2) y un mínimo de 7.048 (pozo 5), en sulfatos se obtuvo un máximo de 48.99 mg/l (pozo 5) y un mínimo de 41.78 mg/l (pozo 2), en nitratos se obtuvo un máximo de 55.8 mg/l (pozo 2) y un mínimo de 1.24 mg/l

(pozo 3). Concluyendo, que dentro de los parámetros fisicoquímicos evaluados solo hay uno que excede los LMP el cual es la conductividad eléctrica teniendo en promedio un 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo un 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ el LMP. El pH, nitratos, sulfatos, dureza total y cloruros se encuentran dentro del rango pertinente.

Inofuente (2020), denominó su investigación “Influencia de las letrinas en la calidad microbiana del agua subterránea en la urbanización San Isidro Ccaccachi Juliaca - 2019”, se plantea por objetivo: determinar la influencia de las letrinas en la calidad microbiológica del agua subterránea en la Urbanización San Isidro Ccaccachi durante el año 2019, Su metodología fue de tipo cuantitativo de diseño causal o explicativo. Como resultado, realizó el análisis en 15 pozos de agua, la cuantificación de coliformes totales, fecales y *Escherichia coli* obtuvo el valor ($r = 0.783$) indica el 61.3% el cual revela la existencia de influencia significativa en la calidad microbiológica del agua subterránea; esto demuestra que la presencia de una letrina representa una amenaza de contaminación en el agua, la tasa de infiltración es de $2.6 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$. En la investigación concluyen que las aguas subterráneas en el área de estudio no son aptas para el consumo humano de acuerdo a los valores obtenidos.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del Centro Poblado Chimu, sector Vallecito, Provincia de Puno, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- ❖ Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos existentes en las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimu, de la provincia de Puno, 2023
- ❖ Determinar la concentración de los parámetros biológicos de las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimu, de la provincia de Puno, 2023

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. Agua

Fernández (2012), define que este recurso hídrico es de suma importancia en el desarrollo de la sociedad y de la vida misma, la misma que está compuesta por propiedades que la hacen única, esta cubre el 70% de la superficie del planeta, componiendo mares, ríos, lagos, aire y suelo. El agua es un material con propiedades de solvencia extraordinarias, es un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos. Las precipitaciones anuales se estiman en unos 120.000 km³, esta gran cantidad de movimiento hídrico es clasificado como Ciclo Hidrológico.

Torres (2017), A sí mismo establece que el agua es mayoritariamente utilizada por el hombre, ya que: el 90% del total del agua se encuentra en los mares y estas contienen sal, la cual hace dificultosa su consumo, el 0.75% (8 millones de km³) está en un estado sólido y se ubica en los polos, y solo el 1% del agua es dulce y comestible.

2.1.2. Clasificación del agua a partir de sus propiedades para el consumo

a) Según sus propiedades para el consumo

No potables: Esta agua no es recomendada para la ingesta humana.

Potables: Este tipo de agua no debe contener olores, colores ni sabores ni otras sustancias que sean dañinas para la salud como microorganismos patógenos o compuestos químicos. Pouleurs (2021)

b) Según su procedencia

Agua superficial: Este tipo de agua componen a los ecosistemas frágiles, zonas de

amortiguamiento y/o protegidas, estas están constituidas por ríos, pantanos, lagos o en el mar, gran parte de estas aguas requieren un tratamiento para ser consumidas por la población, para así eliminar elementos no deseados. ANA (2018)

Aguas subterráneas: se le denomina así a los intersticios del terreno, el cual indica que la teoría de la infiltración directa en el terreno a través de las lluvias o nieves, o también indirecta de ríos o lagos. Ordoñez (2011)

c) Según la calidad de minerales disueltos

Duras: Los minerales disueltos están mayormente compuestos por Carbonato de calcio (CaCO_3) o minerales de magnesio. ANA (2018)

Blandas: A diferencia de las aguas duras esta presenta poca cantidad de minerales disueltos.

2.1.3. Calidad del agua

Baque et al. (2016). La calidad del agua es un factor de suma importancia para el bienestar humano, incluso actualmente, el agua insalubre contaminada por fuentes naturales o humanas sigue causando disminución en la calidad del agua y por ende la vida de los seres vivos se da la presencia de epidemias ocasionales, de enfermedades bacterianas y virales ocasionadas por agentes infecciosos transportados al ser humano mediante el consumo de agua potable, tales como el cólera, poliomielitis y otras enfermedades.

Sierra (2011). Los cuerpos de agua se caracterizan analizando tres componentes; su hidrología, sus características fisicoquímicas y la parte biológica, para poder tener un análisis completo de calidad de agua, es necesario evaluar estos componentes.

a) Parametros físicos

Ruiz et al. (2007). No son índices absolutos de contaminación, por lo que en cada caso debe medirse la desviación de la norma. Los parámetros físicos más importantes son:

Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$): Este parámetro físico tiene una relación con las aguas subterráneas, a causa de contaminantes cercanos a la capa freática de poca profundidad, y tiene gran relación al fenómeno de intrusión salina; esta se puede

relacionar a pozas sépticas, que son construidas a partir de un deficiente manejo de alcantarillados, a causa de esto las aguas subterráneas son contaminadas. Howe et al., (2017).

Temperatura (°T): La temperatura puede hacer sentir su efecto sobre napas libres a través de la variación en el contenido de agua del suelo no saturado situado inmediatamente por encima de su nivel freático. Dado que las variaciones de la temperatura exterior se propagan muy lentamente al interior de los terrenos, este efecto prácticamente carece de importancia salvo en caso de estudios de muy larga duración, sin embargo, una alta temperatura puede dar a lugar una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos. (Ordoñez Gálvez, 2011)

Sólidos Totales Disueltos: Esta es básicamente la sumatoria de todos los componentes menores a $2\mu\text{m}$, que está principalmente compuesta de minerales, metales, o sales disueltas, la misma que lo convierte en un buen indicador de la calidad del agua. Sigler & Bauder, (2012).

Turbidez (UNT): Como característica principal es la dificultad del agua para transmitir la luz, esto a causa de los materiales insolubles suspendidas en el agua, están pueden variar desde tamaños coloidales hasta partículas gruesas que pueden estar conformada por arcillas, limos, materias orgánicas e inorgánicas y otros. En los nefelómetros la turbiedad se lee como “Unidades de turbidez nefelométrica” o “NTU” con turbidez mayor de 5 ppm es detectable, para lo cual se debe disminuir mediante los procesos de coagulación, decantación y filtración Martínez, (2006).

b) Parámetros químicos

pH o Potencial de Hidrógeno: Es el indicador de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ que puede contener el agua la cual se cuantifica desde 0 hasta 14, donde una valoración de 7 es neutro inferior a ese dato es ácido y mayor al dato es básico, por ejemplo: Un pH igual a 0 haría referencia los ácidos de batería, un pH igual a 7 haría referencia al agua pura y un pH igual a 14 haría referencia a un limpiador de drenajes, el pH de los sistemas acuosos puede medirse convenientemente con pH-metro; el pH no ejerce efectos directos en los

consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Pérez & Pellicer, (2016).

Sulfatos: El sulfato (SO_4^{2-}) este compuesto está ampliamente dispersos por la naturaleza, la mismas se encuentra en aguas naturales tanto superficiales como subterráneas, su abundancia va desde miligramos, hasta gramos por litros. Se sabe que la explotación de pirita en minas, conduce a un incremento del ion sulfato en agua debido principalmente a los procesos de oxidación que sufre el mineral durante su extracción en los drenajes que se hacen para la perforación, Su afectación en el ser humano tiene que ver principalmente con el efecto laxante que surge al ingerir una alta concentración de sulfato de sodio y sulfato de magnesio, en el orden de más de 100 mg/L; además, los sulfatos en concentraciones superiores a los 200 mg/L favorecen la corrosión de los metales y cambian el sabor al agua (en menor medida que los cloruros y carbonatos). Bolaños et al. (2017)

Nitratos: Está conformado por nitrógeno y oxígeno, en el medio ambiente la presencia de nitrito (NO_2^-) se convierte en (NO_3^-), lo que hace que en aguas subterráneas no se presente este compuesto, este compuesto es de suma importancia para el crecimiento de plantas.

Existen dos principales tipos de contaminación de aguas por este compuesto, las cuales son la Puntual y la dispersa, la primera es a causa de actividades industriales ganaderas o urbanas, y la segunda es por la actividad agronómica.

Las principales rutas de ingreso de nitrógeno a las masas de agua son a través de aguas residuales industriales o municipales, por tanques sépticos o descargas de corrales ganaderos, residuos animales (incluyendo aves y peces) y también por las descargas de la emisión de gases de vehículos, Bolaños et al. (2017).

Cloruros: Este compuesto se encuentra de forma natural, son sales que resultan de la combinación de cloro en estado gaseoso (ion negativo) con un metal (ion positivo), su presencia de forma natural se da a causa principal de disolución de depósitos minerales de Sales, y de forma antropogenética proviene por industrias, aguas excedentarias de

riego agrícola y sobre todo de minas de sales potásicas. Vargas et al. (2001).

Dureza Total: Esta hace referencia a la cantidad de Sales de Calcio y magnesio que están disueltas en el agua. La principal fuente de estos compuestos se da a partir de la desintegración de macizo rocosos calcáreos, los cuales se pueden encontrar en mayor o menor grados. En algunos casos para dar la denominación de “Agua Dura” se tiene que tener valores mayores a 120 mg/L de CaCO_3 . El agua dura no tiene ningún riesgo a la salud, pero puede crear problemas a los consumidores a partir de concentraciones superiores a 200 mg/L pueden afectar la tubería. Rodríguez, (2010)

Demanda Bioquímica de Oxígeno: Se denomina Demanda Bioquímica de Oxígeno a la cantidad de oxígeno que es requerido para los microorganismos para oxidar residuos orgánicos de forma aeróbica, el DBO se emplea como medida Raffo & Ruiz (2014).

c) Parámetros microbiológicos

Coliformes: Los coliformes son una clara indicaciones acerca de la contaminación del agua y de alimentos, los coliformes pertenecen a la familia de la bacteria, que están presentes comúnmente en el suelo, animales y plantas, incluyendo en los humanos. En aguas grises es común su presencia u otro tipo de desecho en descomposición, estas se presentan mayoritariamente en aguas superficiales o en sedimentos profundos. Fernández & Maria (2017)

Coliformes Totales: Estos son la denominación a las bacterias Gram negativas en forma de bacilar que fermentan a temperaturas que fluctúan entre los 35 a 37 °C, produciendo gas (CO_2) en un periodo de 24h, estas se desarrollan en una colonia roja de brillo metálico. Sotil, (2017).

Coliformes Fecales: Son microorganismos con una estructura muy parecida a lo comúnmente denominado Escherichia coli, los cuales son transmitidos usualmente por el intestino de humano y animales, está dentro del grupo de los coliformes, son utilizados como indicadores biológicos de contaminación, la poca presencia de estos organismos son buenos indicadores acerca de la contaminación de las aguas, con valores mínimos de (100 millones / mililitros). Mora & Calvo (2010).

Bacteria Escherichia coli: Es parte de la familia de los Enterobacteriaceae, está dentro de la clasificación Gram negativa, anaerobia forma parte microbiota del intestino de humanos y animales, forma esporas, las cuales son resistentes a sobrevivir largos tiempos. Para su análisis en el agua se emplea la terminología “número más probable” (NMP) en 100 mL de agua, para dar la terminología de agua potable esta debe de ser inferior a 1, Larrea et al. (2013).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua potable

Cuando se confirman las propiedades físicas, químicas y microbiológicas específicas, se recomienda su consumo. Normalmente, se utiliza para preparar comidas, beber directamente o mantener el aseo personal.

Calidad del agua

Se mide contrastando sus características físico-químicos y bacteriológicas con la normativa que la regula (Colque & Incaluque, 2019).

Análisis microbiológico del agua

Estos ensayos se realizan en un laboratorio sobre el agua potable para analizar si hay microorganismos presentes y en qué tipo y cantidad (Cheela, 2022).

Análisis físico-químico del agua

Según Guzmán y Ruiz (2019), son procedimientos de laboratorio que se utilizan en el agua para conocer sus características químicas y/o físicas.

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

La calidad de aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector Vallecito del Centro Poblado Chimu, Provincia de Puno, 2023, no son aptas.

2.3.2. Hipótesis específicas

- ❖ Los parámetros físico químicos de las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos.
- ❖ Los parámetros biológicos de las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico

exceden los límites máximos permisibles (LMP) establecidos.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio está ubicada en el sector vallecito, del centro poblado de Chimu, perteneciente al distrito provincia y departamento de Puno, situada en las coordenadas geográficas UTM (WGS84); E: 395298; N: 8246662; Zona: 19S

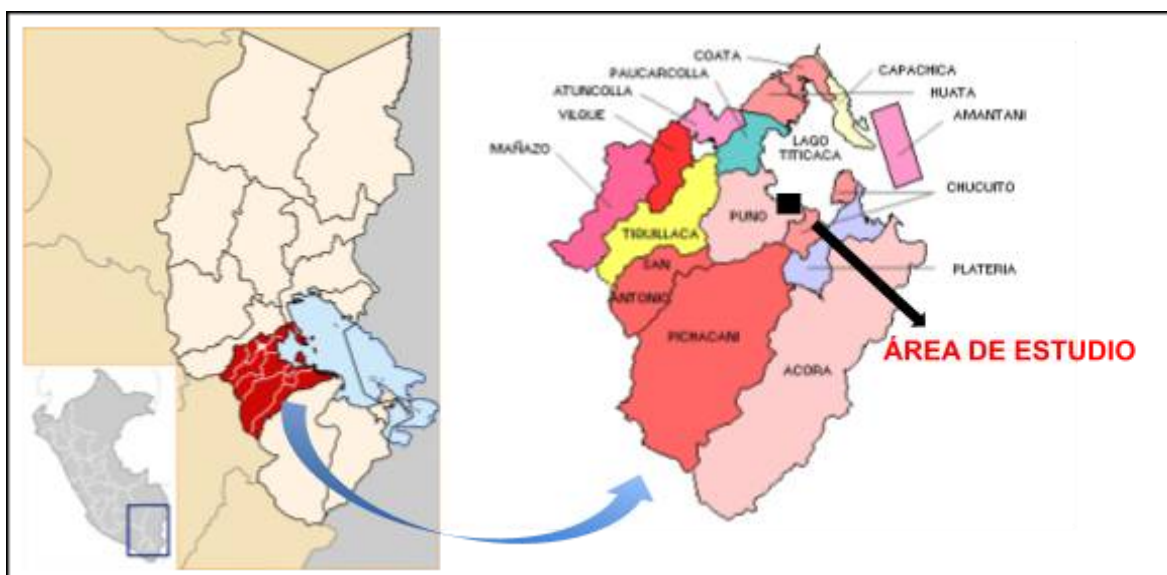


Figura 01: Ubicación de la zona en estudio.

Fuente: Gobierno Regional Puno (2016)

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. Tipo de investigación

Descriptivo.

Según Guevara et al. (2020), el tipo de investigación que tiene como objetivo describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permiten establecer la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando información sistemática y comparable con la de otras fuentes.

El tipo de investigación es descriptiva, ya que las muestras se recolectaron en los diferentes pozos de la zona de estudio, las mismas que posteriormente serán procesadas y analizadas.

3.3.2. Diseño de investigación

No Experimental.

Según Gómez (2018), la investigación no experimental es observar eventos tal como se dan en su ambiente natural, para seguidamente analizarlos. En un experimento, el investigador construye deliberadamente una situación a la que son expuestos varios individuos. El estudio será basado en la observación de los acontecimientos se realizarán sin alterar el entorno y el fenómeno analizado.

3.3.3. Método

Según Colomé & Femenia (2018), el método deductivo se define de dos modos; el primero consiste en decir que es el razonamiento que va de lo general a lo particular; la segunda consiste en definirlo diciendo que es la aplicación de una regla a un caso para obtener un resultado. La característica principal es que la conclusión se infiere necesariamente de las premisas, es decir sin necesidad de recurrir a observaciones o datos externos al mismo razonamiento.

Bajo estas consideraciones en la investigación se aplicará el método deductivo.

3.3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Fernandez & Baptista (2014), la técnica es la acumulación de información con el objetivo de caracterizar la realidad y obtener conocimientos generalizables. Por ello la técnica empleada en el presente estudio será la observación, y revisión bibliográfica

Instrumentos

Según Fernandez & Baptista (2014), describe a los instrumentos como una actividad centrada en la selección o diseño de herramientas y recopilación de datos para su uso en estudio. Por lo que se entiende que para recoger la información necesaria se emplea una tabla de recolección de datos para anotar los valores del estudio

3.3.5. Operacionalización de variables

Tabla 01: Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicador	Unidad de media
Calidad de Agua físicos	Parámetros	- Conductividad	uS/cm
		- Temperatura	°C
		- Sólidos totales disueltos	Mg/l
		-Turbidez	NTU
Parámetros químicos	-pH		Unidades de pH
	-Sulfatos		Mg/SO4
	-Nitratos	Mg/NO3	
	-Cloruros	Mg/Cl	
	-Dureza total	Mg/CacO3	
Parámetros microbiológicos	-Coliformes totales		UFC
	-coliformes termotolerantes		UFC

3.3.6. Procedimiento metodológico

Coordenadas de puntos de Muestreo

Tabla 02: Coordenadas de puntos de Muestreo

ID	MUESTREO	NORTE	ESTE
1	PM - 01	8246505.17	395376.28
2	PM - 02	8246646.38	395228.41
3	PM - 03	8246700.96	395238.32
4	PM - 04	8246732.70	395306.79
5	PM - 05	8246689.38	395351.11
6	PM - 06	8246786.51	395390.80



Figura 03: Puntos de muestreo en el sector Vallecito

a) Trabajo de Gabinete

En el trabajo de gabinete se realiza la búsqueda de información relacionada al área de estudio: Estudios Hidrográficos, ambientales, geológicos y planos requeridos. Para posteriormente realizar la salida a campo.

b) Recolección de muestras

Este proceso se realiza siguiendo los protocolos establecidos por el monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos.

c) Metodología de laboratorio

Para el cumplimiento del objetivo específico 1 que es: Determinar los parámetros físico químicos existentes en las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimú, de la provincia de Puno

- **Parámetros Físicos:** Estos serán realizados a partir del Manual de Análisis de Agua HACH (2000), donde los resultados alcanzados serán interpretados según el D.S. 031-2010.SA (2011)
- **Parámetros Químicos:** Estos serán realizados a partir del Manual de Análisis de Agua HACH (2000), donde los resultados alcanzados serán interpretados según el D.S. 031-2010.SA (2011).

Para el cumplimiento del objetivo específico 2 que es: Evaluar los parámetros biológicos de las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimú, de la provincia de Puno

- **Parámetros biológicos:** Esto será realizado de acuerdo a los Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano R.M. N° 591-2008-MINSA (2008).

El laboratorio a utilizar para determinar el análisis de los parámetros químicos y biológicos se enviará al Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Regional de Salud Puno.

3.4. DISEÑO ESTADÍSTICO

El análisis estadístico será descriptivo, mediante la utilización de un parámetro de tendencia central como la media o promedio y otro de desviación o variación como es la desviación estándar.

Para poder comprobar de manera estadística si los valores promedio de calidad de agua de los pozos cumplen con los límites permisibles se utilizará método estadístico de prueba Z para comparar los valores obtenidos con los valores de límites máximos permisibles.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINAR LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS EXISTENTES EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR VALLECITO DEL CENTRO POBLADO DE CHIMU, DE LA PROVINCIA DE PUNO, 2023

4.1.1. Primera fecha de evaluación (2023/02/10)

En la tabla 3, se aprecia la concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM); indicando que en cada punto evaluado los parámetros evaluados pH, Conductividad Eléctrica, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Cloruros, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos, Nitratos; son variados respectivamente.

Tabla 03: Concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la primera fecha

Parámetros	Unidad	Concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM)					
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
PH	Und.	7.2	7.4	7.5	6.9	7.3	7.4
Conductividad Eléctrica	μS/cm	734.0	942.0	1123.0	794.0	887.0	1834.0
Suma de		8.02	10,57	8,56	8,33	8,84	13,12
Cationes							
Calcio	meq/L	4.9	5.50	7.70	4.90	6.20	9.00
Magnesio	meq/L	1.9	3.80	2.30	2.50	1.70	3.20
Potasio	meq/L	1.02	1.00	0.56	0.73	0.65	0.49
Sodio	meq/L	0.2	0.27	0.33	0.20	0.29	0.43
Suma de		7.67	7.32	8.85	8.87	5.03	11.74
aniones							
Cloruros	meq/L	2.8	2.60	2.50	2.90	2.90	7.00
Sulfatos	meq/L	2.83	1.02	4.41	1.95	0.95	1.08
Carbonatos	meq/L	0	0.00	0.00	0.00	0,00	0.00
Bicarbonatos	meq/L	0.34	0.20	0.34	0.12	0.28	0.16
Nitratos	meq/L	1.7	3.50	1.60	3.90	0.90	3.50

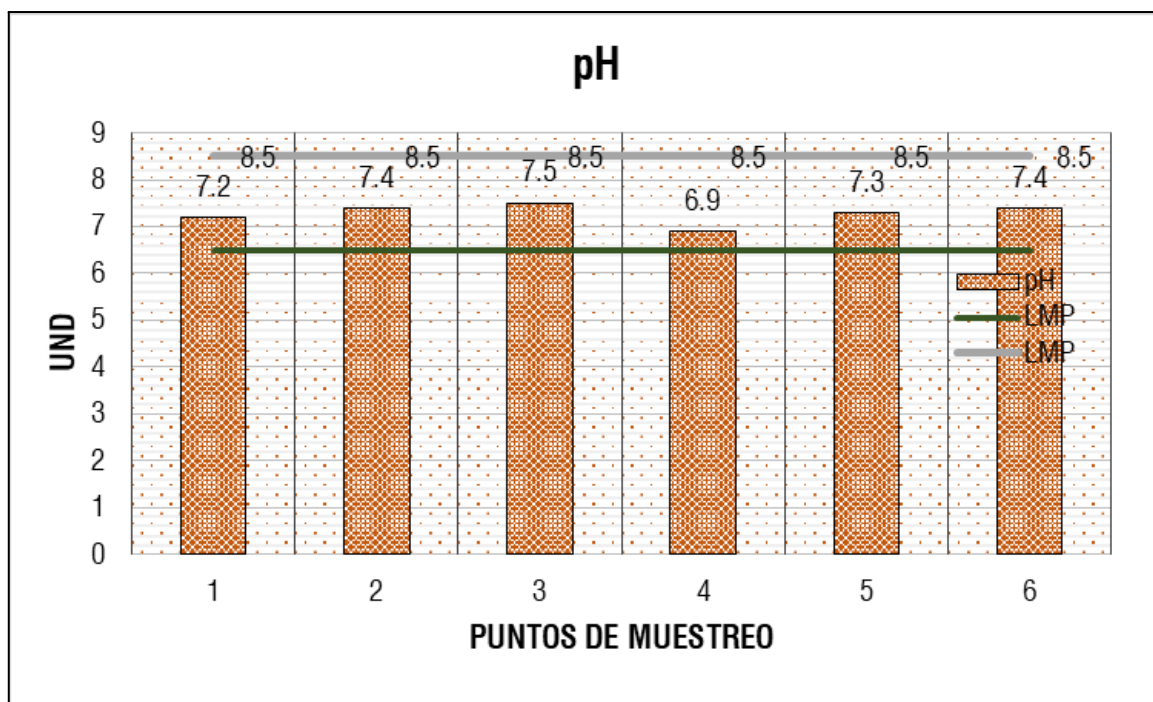


Figura 04: Contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 4, se aprecia el contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de pH para el punto 1 es de 7.2, para el punto 2 es de 7.4, para el punto 3 es de 7.5, para el punto 4 es de 6.9, para el punto 5 es de 7.3 y para el punto 6 es de 7.4; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan

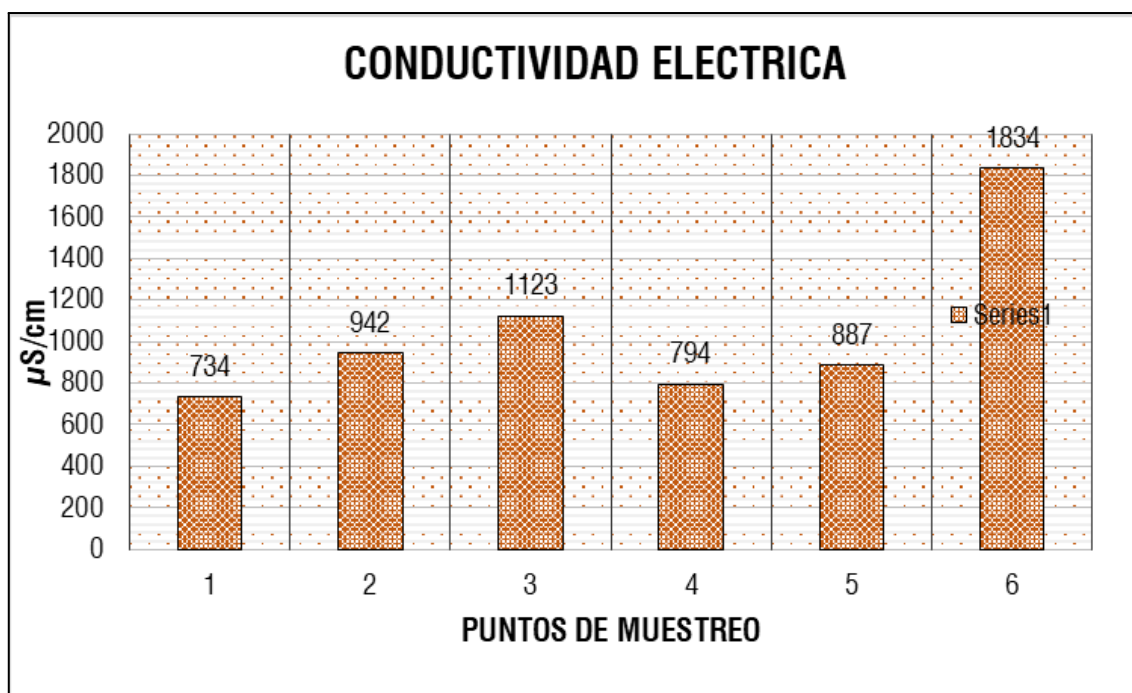


Figura 05: Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 5, se aprecia la presencia de la Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos), indicando que la conductividad eléctrica para el punto 1 es de 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 2 es de 942 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 3 es de 1123 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 4 es de 794 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 5 es de 887 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para el punto 6 es de 1834 $\mu\text{S}/\text{cm}$; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

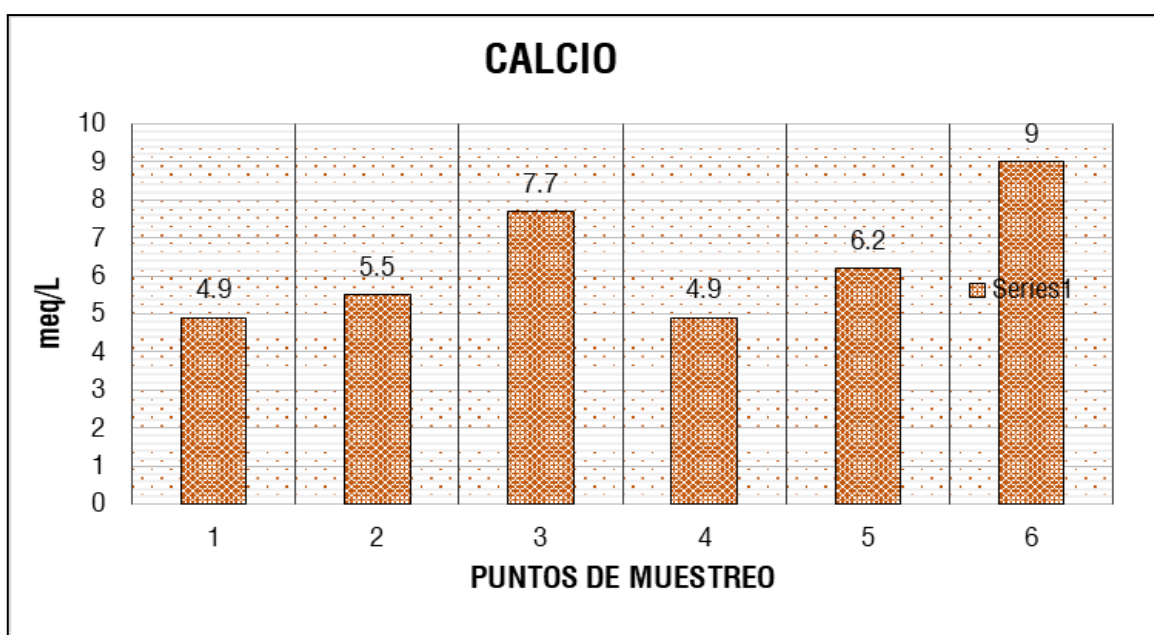


Figura 06: Contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 6, se aprecia el contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de calcio para el punto 1 es de 4.9 meq/L, para el punto 2 es de 5.5 meq/L, para el punto 3 es de 7.7 meq/L, para el punto 4 es de 4.9 meq/L, para el punto 5 es de 6.2 meq/L y para el punto 6 es de 9.0 meq/L.

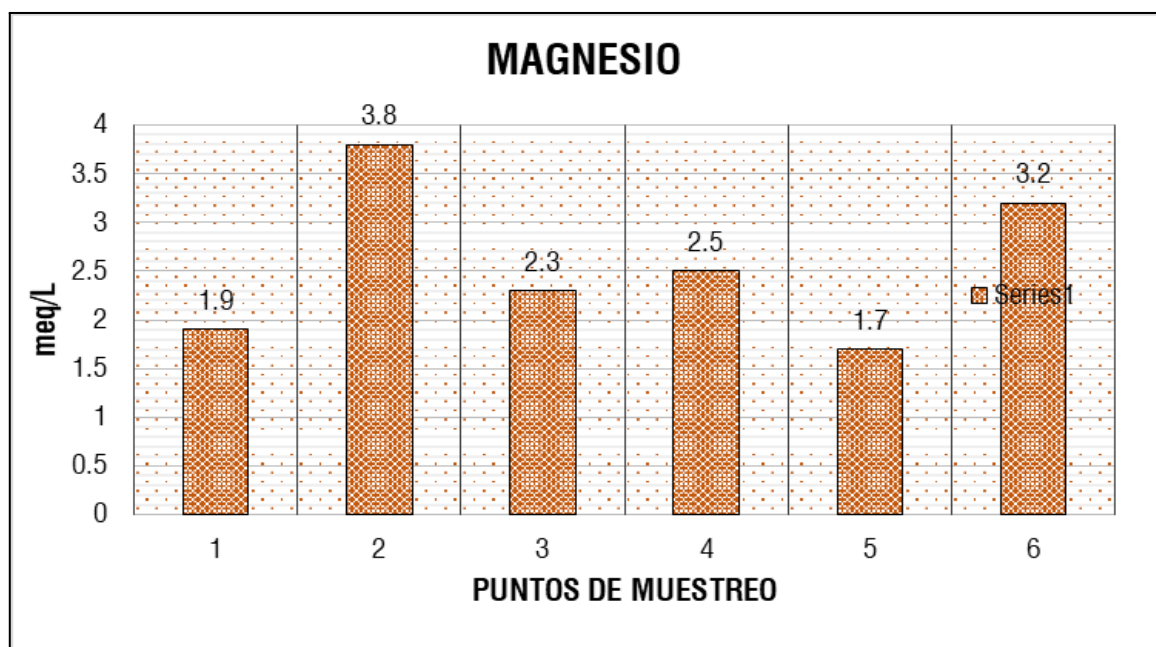


Figura 07: Contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 7, se aprecia el contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de magnesio para el punto 1 es de 1.9meq/L, para el punto 2 es de 3.8meq/L, para el punto 3 es de 2.3meq/L, para el punto 4 es de 2.5meq/L, para el punto 5 es de 1.7meq/L y para el punto 6 es de 3.2meq/L.

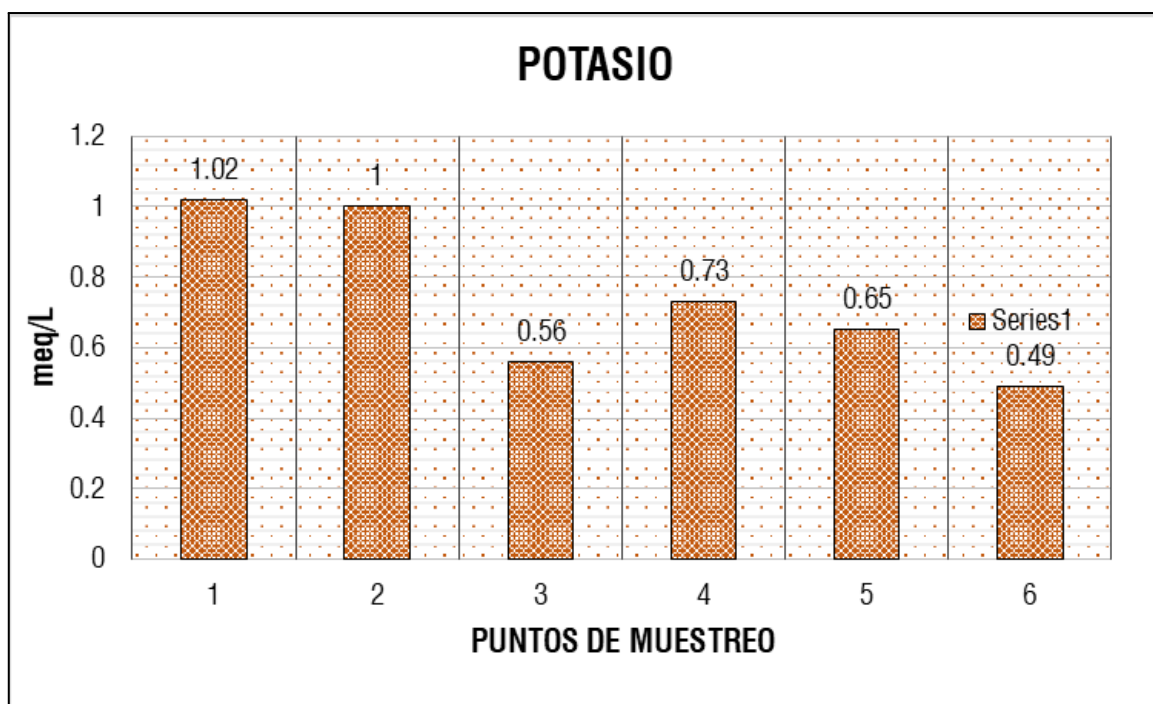


Figura 08: Contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 8, se aprecia el contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de potasio para el punto 1 es de 1.02 meq/L, para el punto 2 es de 1 meq/L, para el punto 3 es de 0.56 meq/L, para el punto 4 es de 0.73 meq/L, para el punto 5 es de 0.65 meq/L y para el punto 6 es de 0.49 meq/L.

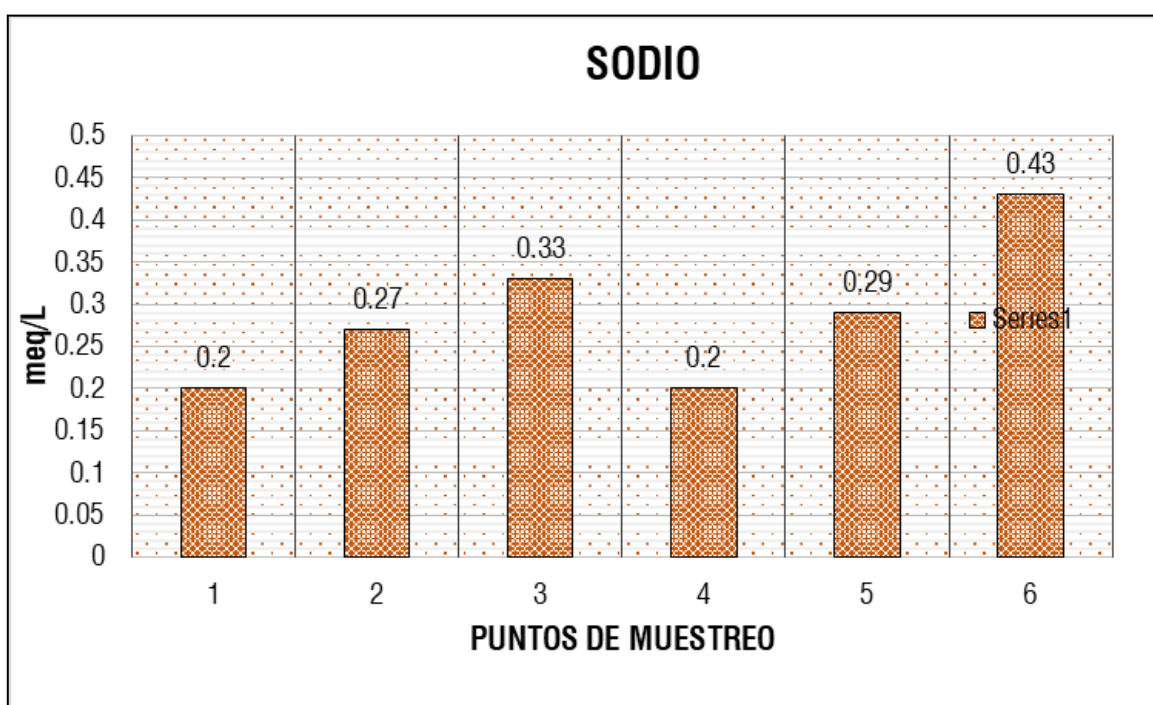


Figura 09: Contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 9, se aprecia el contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de sodio para el punto 1 es de 0.2 meq/L, para el punto 2 es de 0.27 meq/L, para el punto 3 es de 0.33 meq/L, para el punto 4 es de 0.2 meq/L, para el punto 5 es de 0.29 meq/L y para el punto 6 es de 0.43 meq/L.

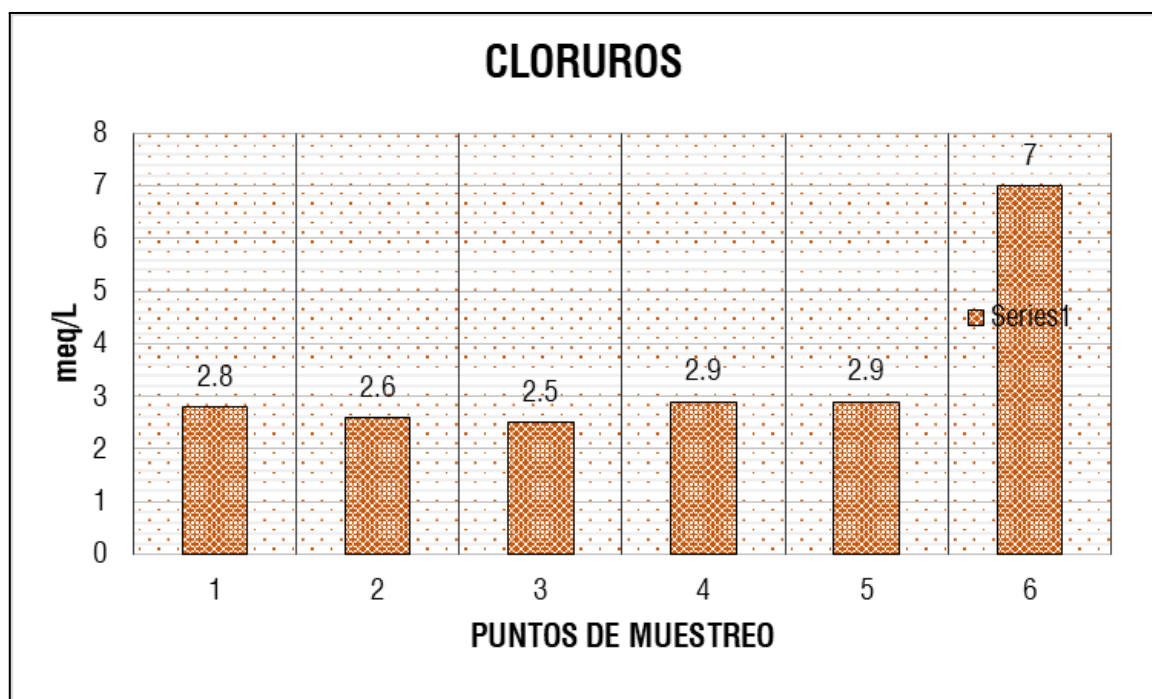


Figura 10: Contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 10, se aprecia el contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de cloruros para el punto 1 es de 2.8 meq/L, para el punto 2 es de 2.6 meq/L, para el punto 3 es de 2.5 meq/L, para el punto 4 es de 2.9 meq/L, para el punto 5 es de 2.9 meq/L y para el punto 6 es de 7 meq/L, ; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

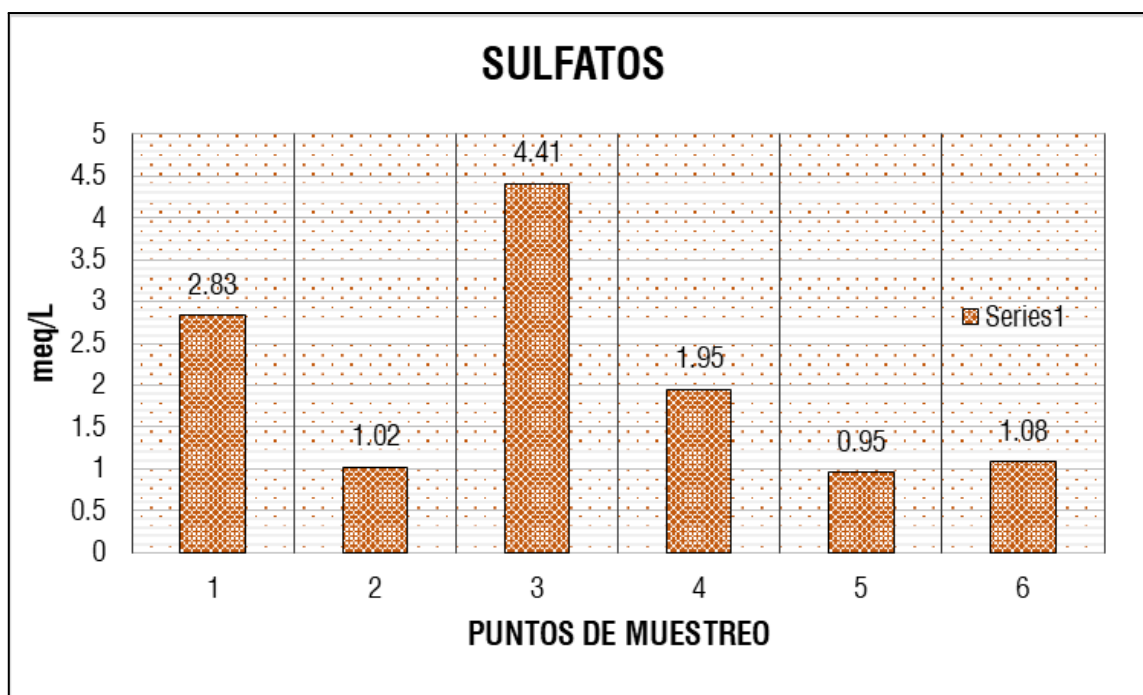


Figura 11: Contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 11, se aprecia el contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de sulfatos para el punto 1 es de 2.83 meq/L, para el punto 2 es de 1.02 meq/L, para el punto 3 es de 4.41 meq/L, para el punto 4 es de 1.95 meq/L, para el punto 5 es de 0.95 meq/L y para el punto 6 es de 1.08 meq/L.

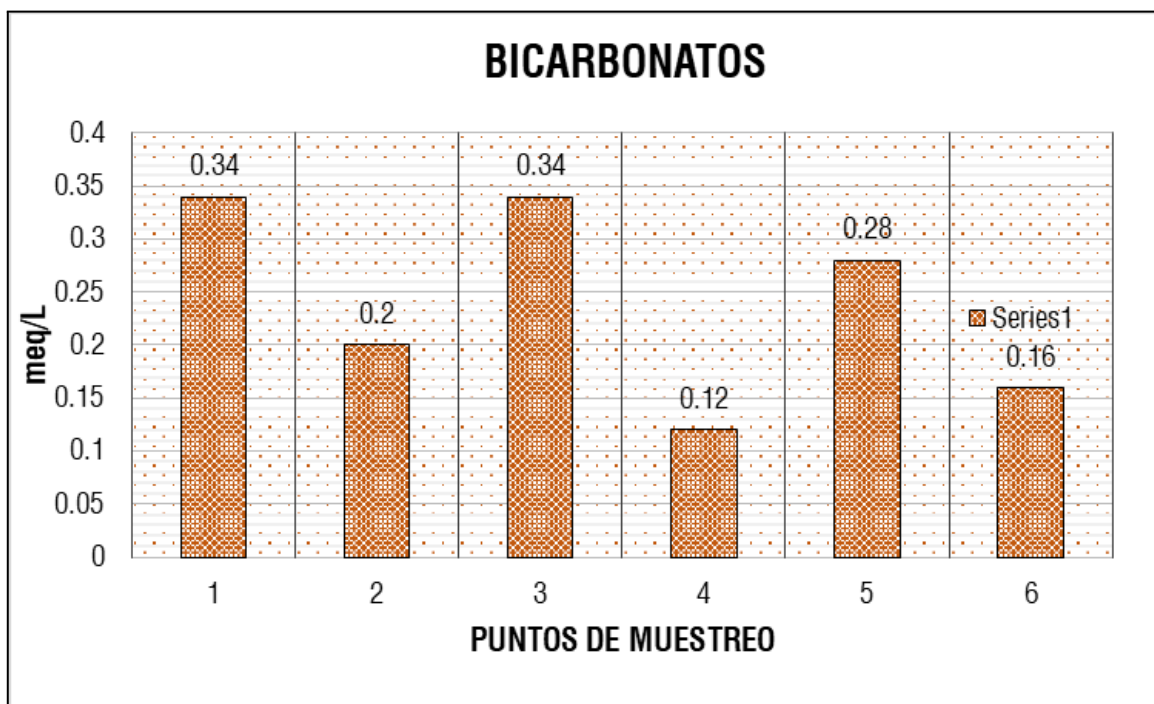


Figura 12: Contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos) - primera

fecha

En la figura 12, se aprecia el contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de bicarbonatos para el punto 1 es de 0.34 meq/L, para el punto 2 es de 0.2 meq/L, para el punto 3 es de 0.34 meq/L, para el punto 4 es de 0.12 meq/L, para el punto 5 es de 0.28 meq/L y para el punto 6 es de 0.16 meq/L, ; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

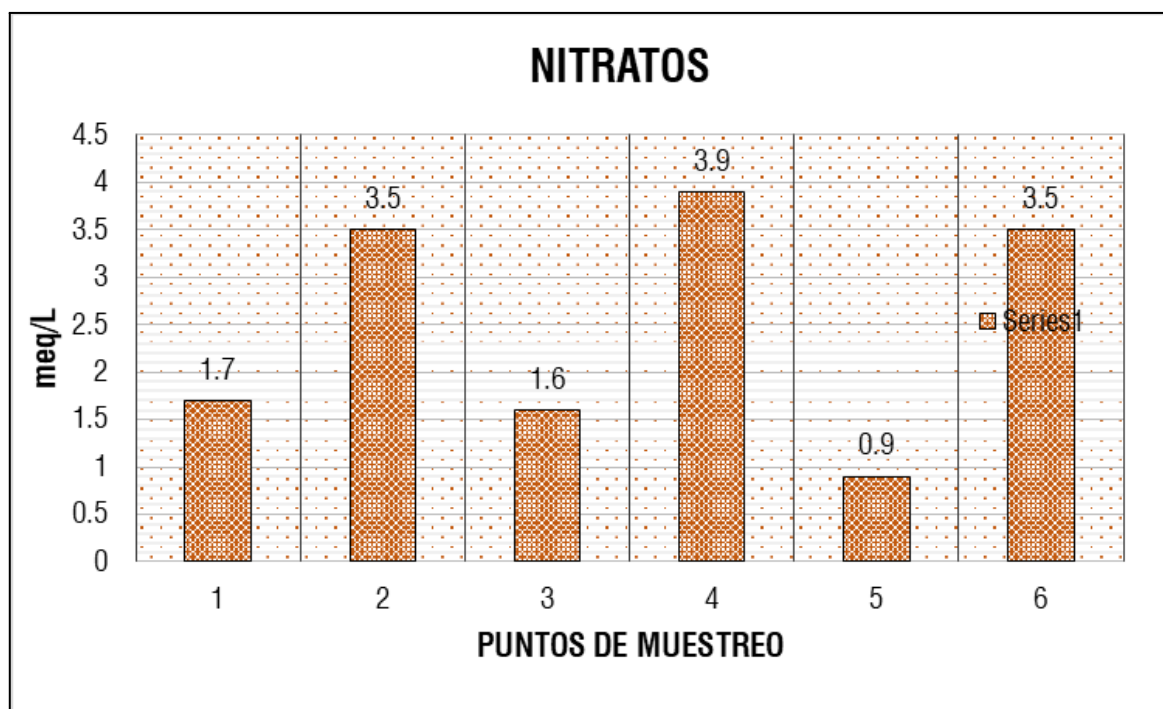


Figura 13: Contenido de nitratos en las aguas subterráneas (pozos) - primera fecha

En la figura 12, se aprecia el contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de nitratos para el punto 1 es de 1.7 meq/L, para el punto 2 es de 3.5 meq/L, para el punto 3 es de 1.6 meq/L, para el punto 4 es de 3.9 meq/L, para el punto 5 es de 0.9 meq/L y para el punto 6 es de 3.5 meq/L, todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

4.1.2. Segunda fecha de evaluación (2023/05/04)

En la tabla 4, se aprecia la concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM); indicando que en cada punto evaluado los parámetros evaluados pH, Conductividad Eléctrica, Calcio, Magnesio, Potasio, Sodio, Cloruros, Sulfatos, Carbonatos, Bicarbonatos, Nitratos; son variados respectivamente.

Tabla 04: Concentración de parámetros físico químicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la segunda fecha

Parámetros	Unidad	Concentración de parámetros a diferentes puntos de muestreo (PM)					
		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6
PH	Und.	8.2	8	8.2	8.2	8.1	7.9
Conductividad Eléctrica	µS/cm	767	1138	1527	1058	808	2300
Suma de Cationes		8.56	10.81	12.14	10.85	8.32	18.14
Calcio	meq/L	5.79	5.98	7.1	6.83	5.28	8.49
Magnesio	meq/L	0.46	0.77	0.96	0.72	0.27	1.05
Potasio	meq/L	0.07	0.07	0.13	0.13	0.02	0.36
Sodio	meq/L	2.24	3.99	3.95	3.18	2.75	8.24
Suma de aniones		5.4	7.14	8.58	8.82	4.76	22.25
Cloruros	meq/L	2.36	2.76	3.83	2.98	2.33	11.52
Sulfatos	meq/L	1.41	1.16	1.41	1.33	1.02	2.95
Carbonatos	meq/L	0	0	0	0	0	0
Bicarbonatos	meq/L	0.13	0.12	0.14	0.11	0.21	0.08
Nitratos	meq/L	1.5	3.1	3.2	4.4	1.2	7.7

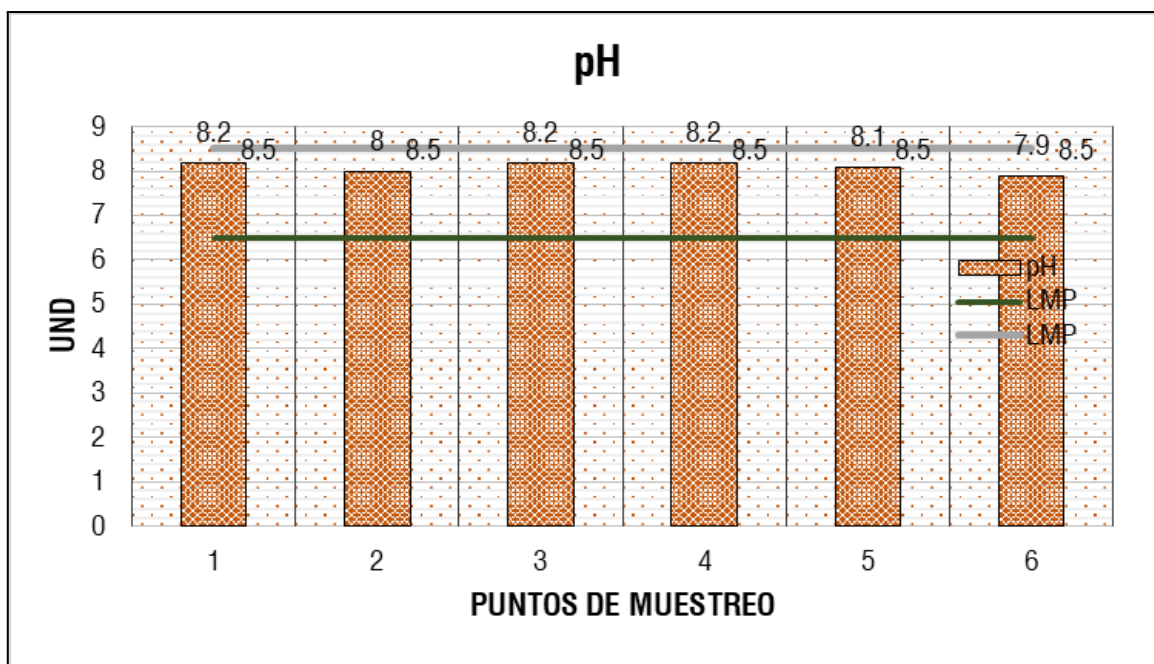


Figura 14: Contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 14, se aprecia el contenido de pH en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de pH para el punto 1 es de 8.2, para el punto 2 es de 8, para el punto 3 es de 8.2, para el punto 4 es de 8.2, para el punto 5 es de 8.1 y para el punto 6 es de 7.9; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

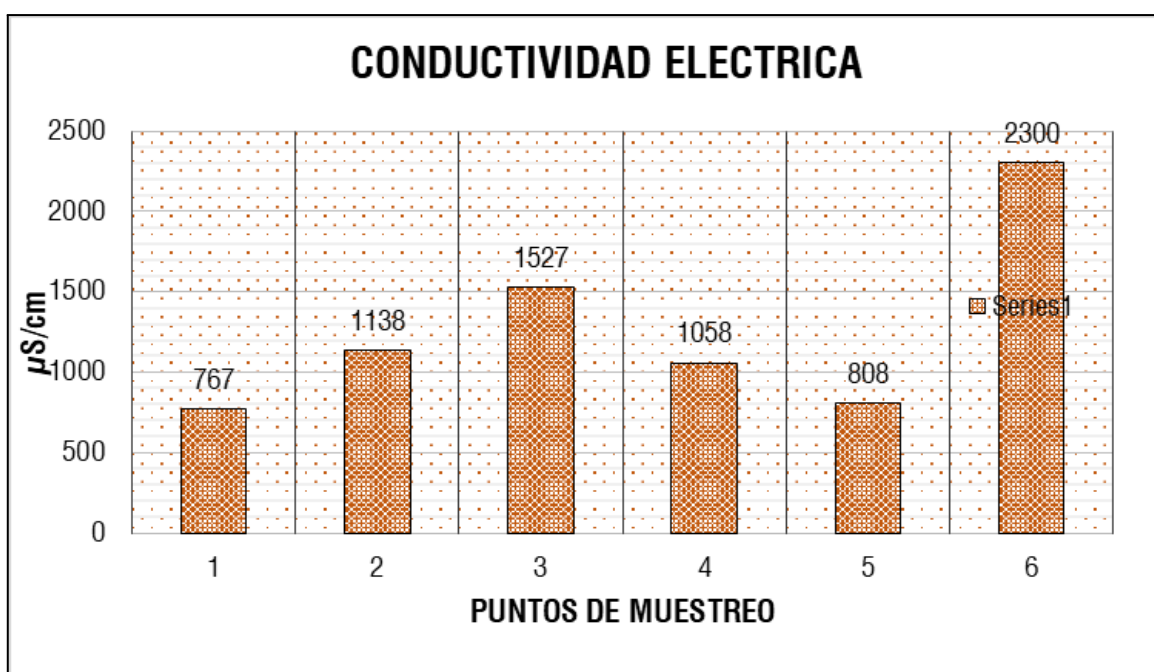


Figura 15: Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 15, se aprecia la presencia de la Conductividad eléctrica en las aguas subterráneas (pozos), indicando que la conductividad eléctrica para el punto 1 es de 767 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 2 es de 1138 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 3 es de 1527 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 4 es de 1058 $\mu\text{S}/\text{cm}$, para el punto 5 es de 808 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y para el punto 6 es de 2300 $\mu\text{S}/\text{cm}$; todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

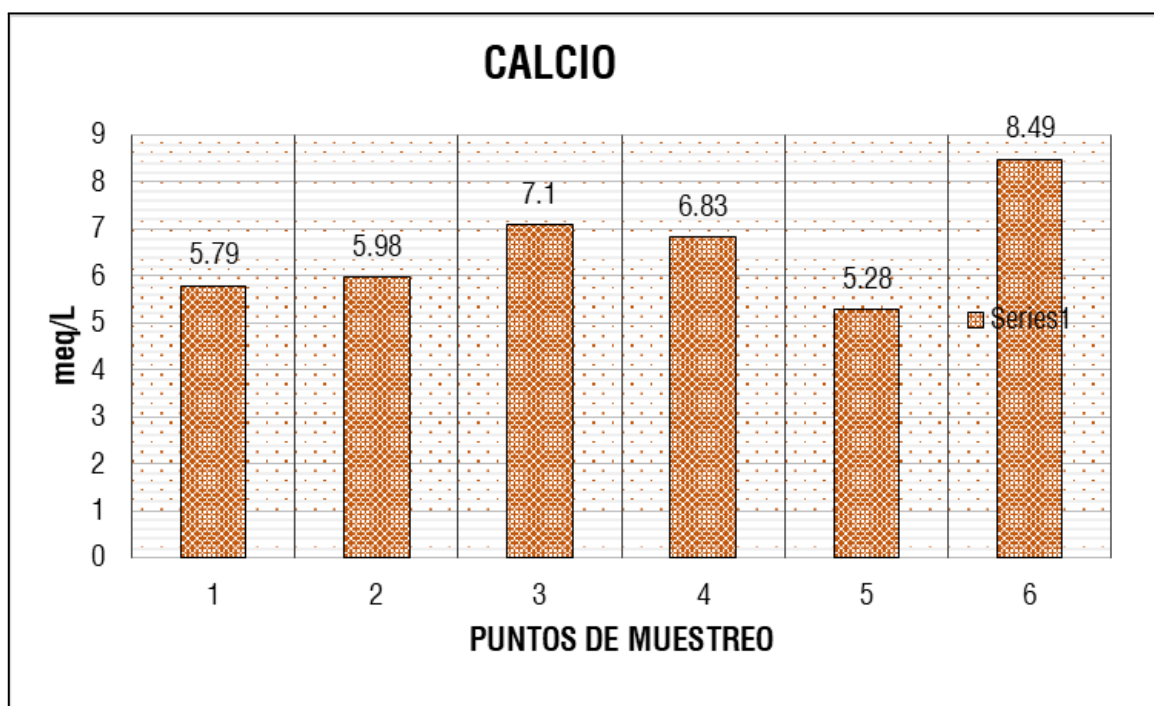


Figura 16: Contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 16, se aprecia el contenido de Calcio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de calcio para el punto 1 es de 5.79 meq/L, para el punto 2 es de 5.98 meq/L, para el punto 3 es de 7.1 meq/L, para el punto 4 es de 6.83 meq/L, para el punto 5 es de 5.28 meq/L y para el punto 6 es de 8.49 meq/L.

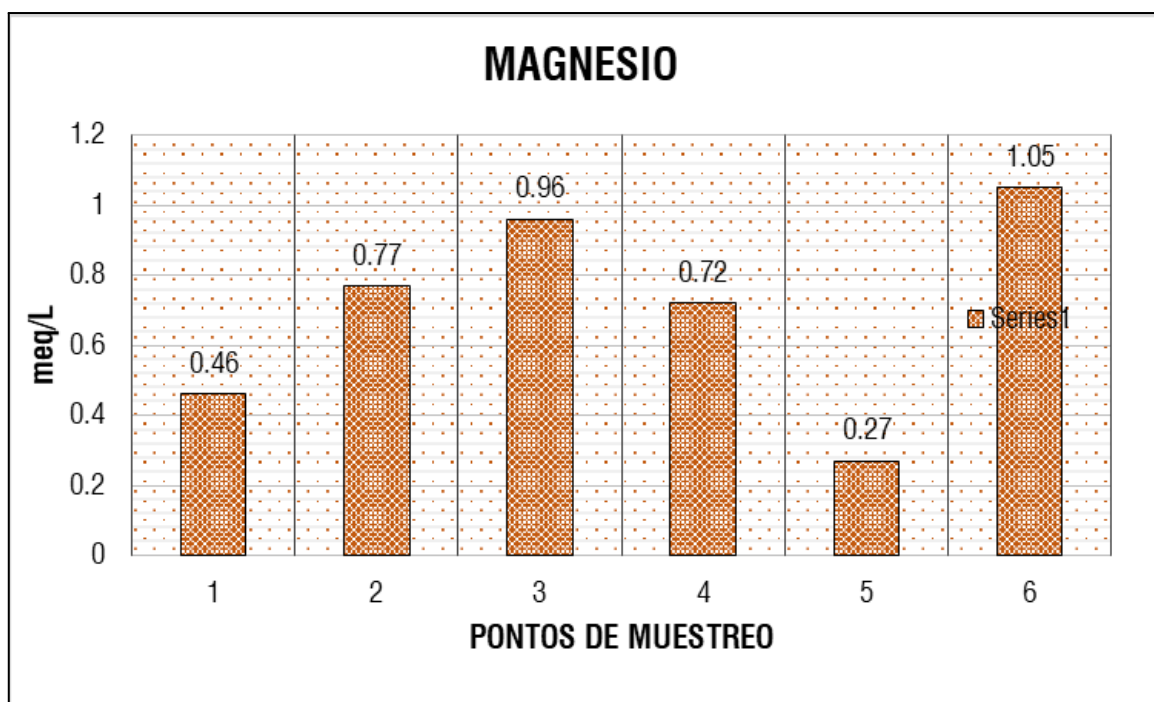


Figura 17: Contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha
 En la figura 17, se aprecia el contenido de magnesio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de magnesio para el punto 1 es de 0.46 meq/L, para el punto 2 es de 0.77 meq/L, para el punto 3 es de 0.96 meq/L, para el punto 4 es de 0.72 meq/L, para el punto 5 es de 0.27 meq/L y para el punto 6 es de 1.05 meq/L.

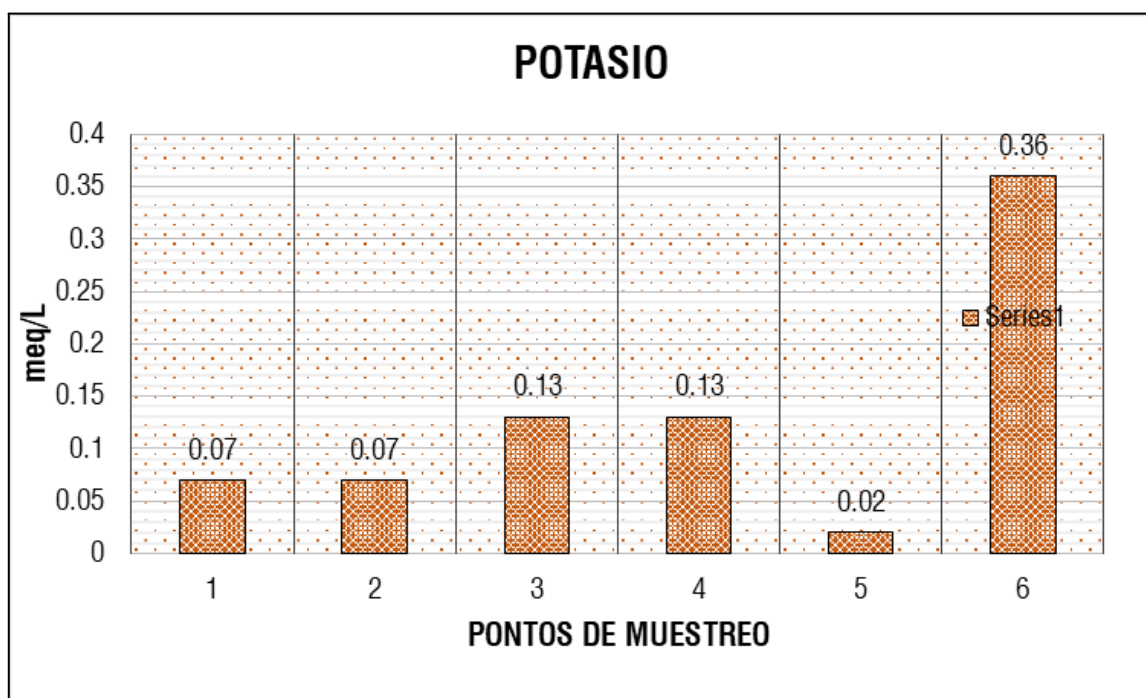


Figura 18: Contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 18, se aprecia el contenido de potasio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de potasio para el punto 1 es de 0.07 meq/L, para el punto 2 es de 0.07 meq/L, para el punto 3 es de 0.13 meq/L, para el punto 4 es de 0.13 meq/L, para el punto 5 es de 0.02 meq/L y para el punto 6 es de 0.36 meq/L.

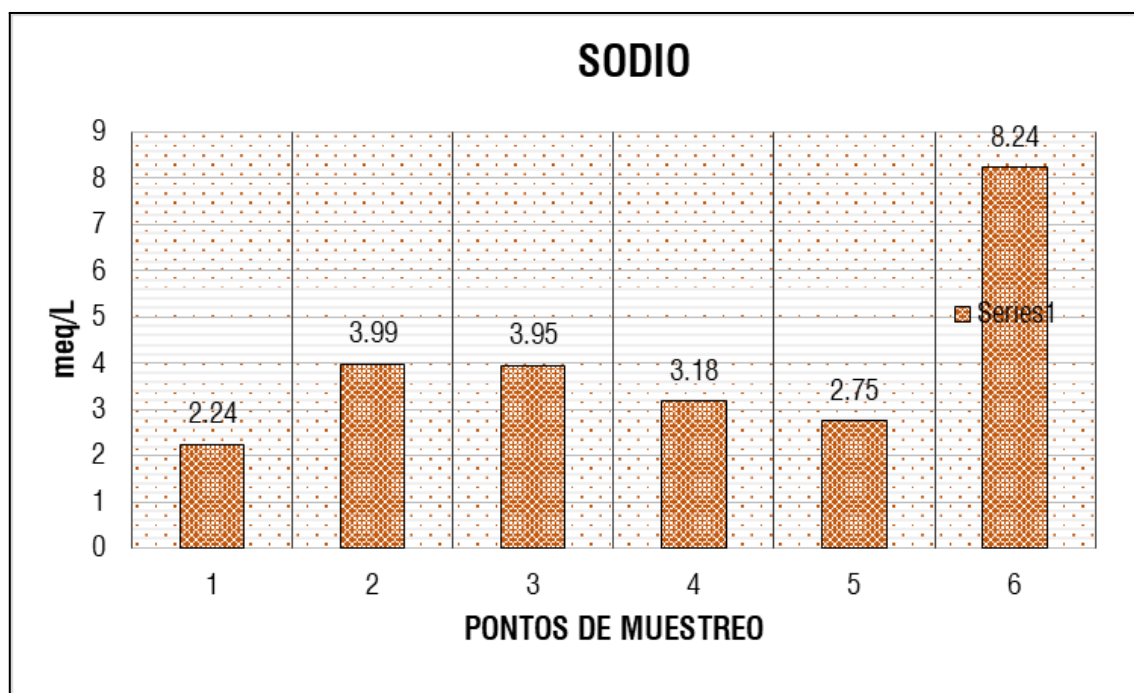


Figura 19: Contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 19, se aprecia el contenido de sodio en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de sodio para el punto 1 es de 2.24 meq/L, para el punto 2 es de 3.99 meq/L, para el punto 3 es de 3.95 meq/L, para el punto 4 es de 3.18 meq/L, para el punto 5 es de 2.75 meq/L y para el punto 6 es de 8.24 meq/L.

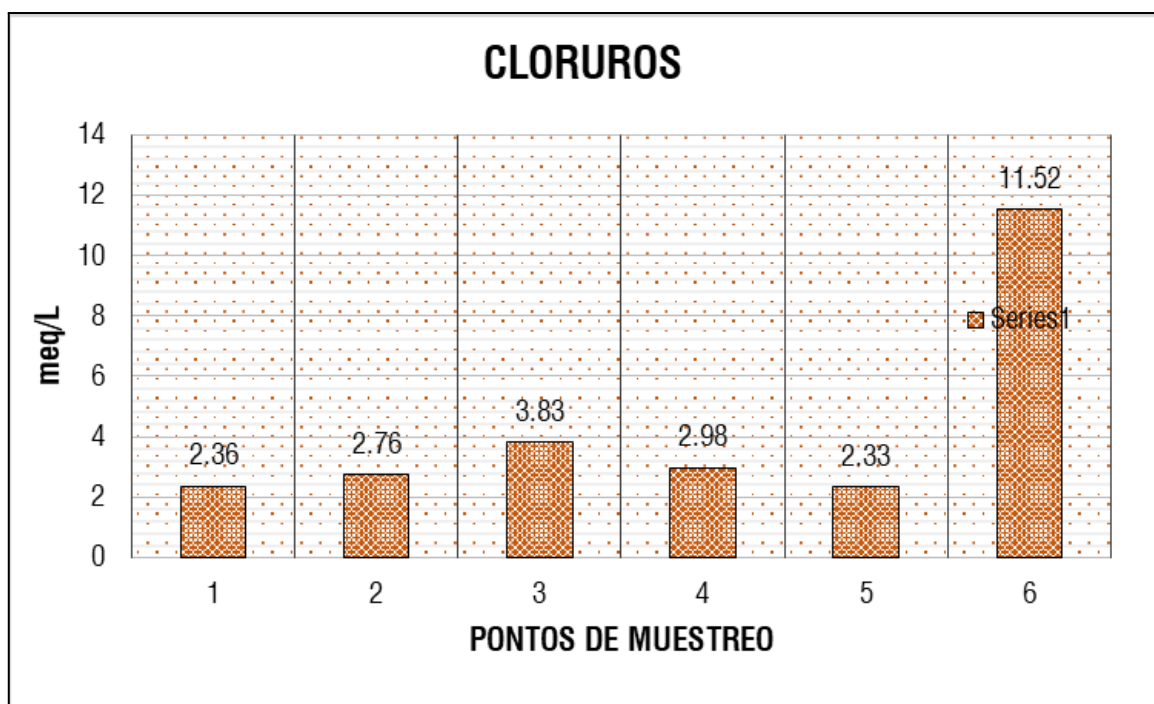


Figura 20: Contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 20, se aprecia el contenido de cloruros en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de cloruros para el punto 1 es de 2.36 meq/L, para el punto 2 es de 2.76 meq/L, para el punto 3 es de 3.83 meq/L, para el punto 4 es de 2.98 meq/L, para el punto 5 es de 2.33 meq/L y para el punto 6 es de 11.52 meq/L, todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

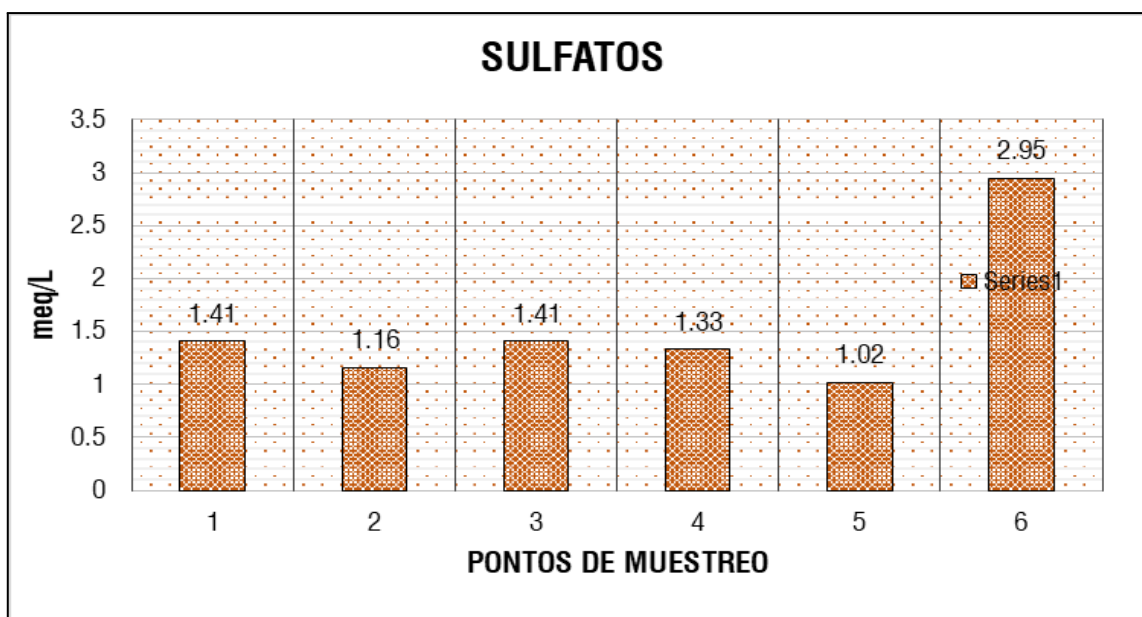


Figura 21: Contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 21, se aprecia el contenido de sulfatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de sulfatos para el punto 1 es de 1.41 meq/L, para el punto 2 es de 1.16 meq/L, para el punto 3 es de 1.41 meq/L, para el punto 4 es de 1.33 meq/L, para el punto 5 es de 1.02 meq/L y para el punto 6 es de 2.95 meq/L., todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan

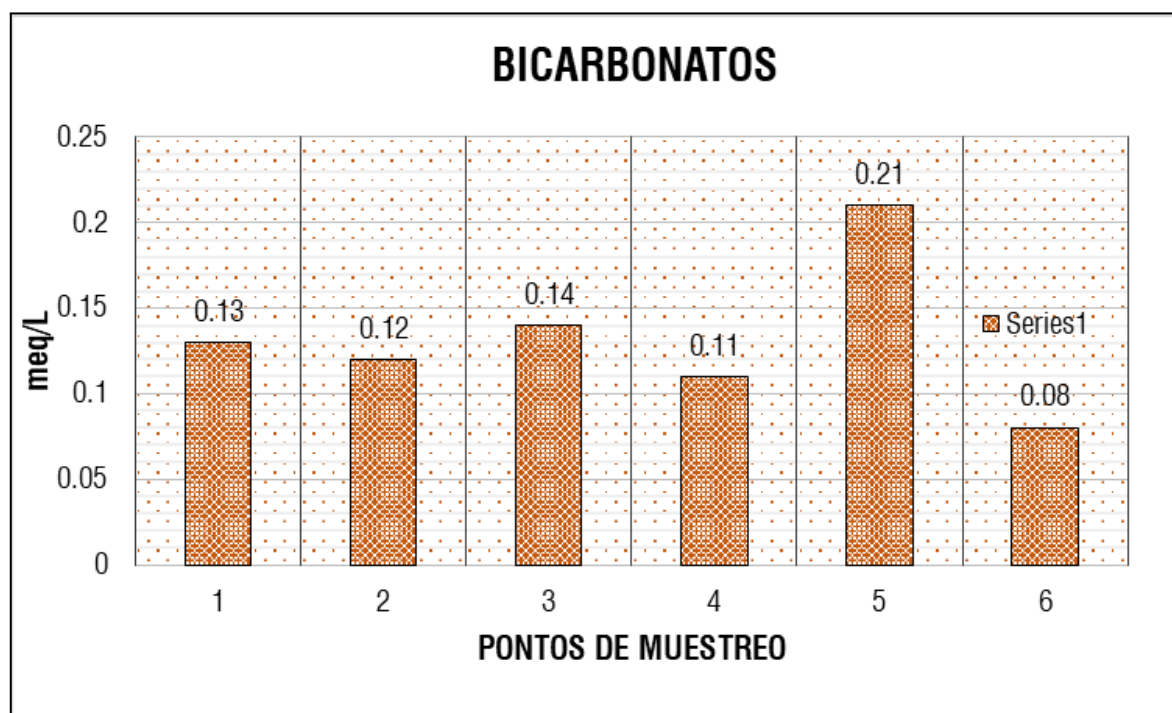


Figura 22: Contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 22, se aprecia el contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de bicarbonatos para el punto 1 es de 0.13 meq/L, para el punto 2 es de 0.12 meq/L, para el punto 3 es de 0.14 meq/L, para el punto 4 es de 0.11 meq/L, para el punto 5 es de 0.21 meq/L y para el punto 6 es de 0.08 meq/L.

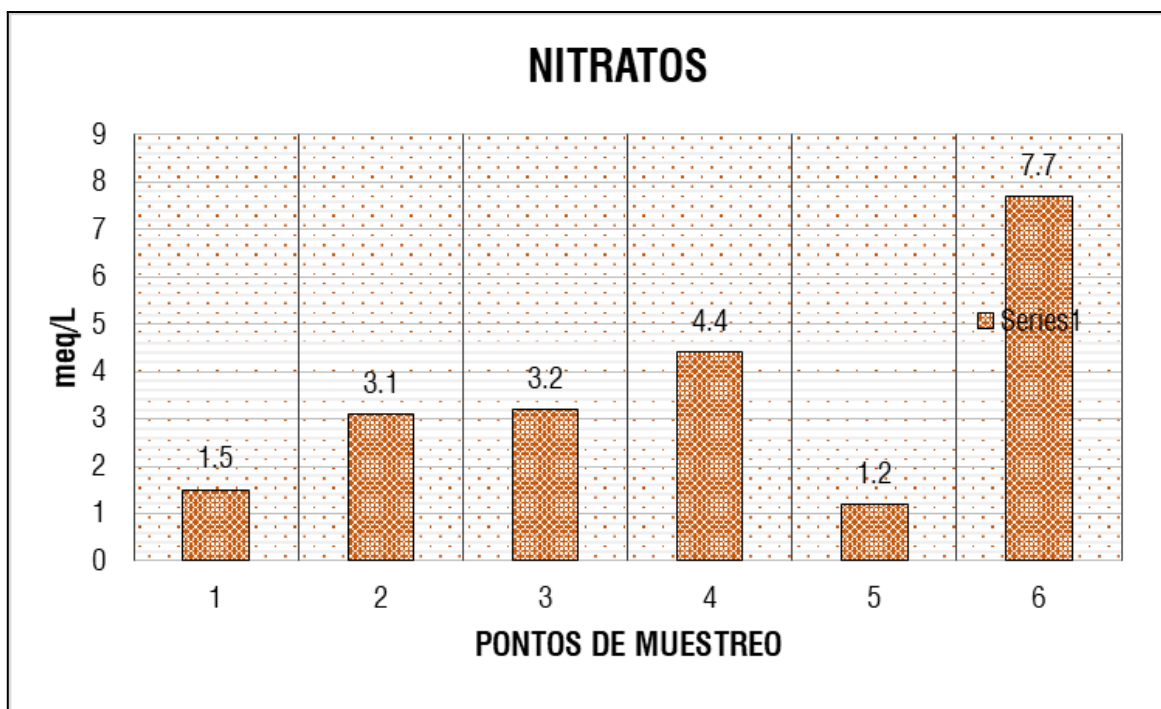


Figura 23: Contenido de nitratos en las aguas subterráneas (pozos) - segunda fecha

En la figura 23, se aprecia el contenido de bicarbonatos en las aguas subterráneas (pozos), indicando que el contenido de nitratos para el punto 1 es de 1.5 meq/L, para el punto 2 es de 3.1 meq/L, para el punto 3 es de 3.2 meq/L, para el punto 4 es de 4.4 meq/L, para el punto 5 es de 1.2 meq/L y para el punto 6 es de 7.7 meq/L, todos ellos comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) no la sobrepasan.

4.2. EVALUAR LOS PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE POZOS DE USO DOMÉSTICO EN EL SECTOR VALLECITO DEL CENTRO POBLADO DE CHIMU, DE LA PROVINCIA DE PUNO, 2023

4.2.1. Primera fecha de evaluación (2023/02/10)

En la tabla 5, se aprecia la concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM); indicando que en la concentración de coliformes totales fluctúa entre 10×10^2 UFC/100ml a 4.4×10^4 UFC/100ml respectivamente; mientras que la concentración de coliformes fecales fluctúan entre 2 UFC/100ml a 50×10^3 UFC/100ml, comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) la sobrepasan.

Tabla 05: Concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la primera fecha

Parámetros	Unidad	Concentración de parámetros a diferentes puntos de muestreo (PM)					
		PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6
Coliformes totales	UFC/100ml	10*12	2.3*10 ⁴	2.2*10 ³	4.4*10 ⁴	12*10 ³	60*10 ⁴
Coliformes fecales	UFC/100ml	2	1.2*10	1.3*10 ²	30*10	24*10	50*10 ³
E. Coli	UFC/100ml	Negativo			Positivo		

4.2.2. Segunda fecha de evaluación (2023/05/04)

En la tabla 6, se aprecia la concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM); indicando que en la concentración de coliformes totales fluctúa entre 90*10 UFC/100ml a 50*10² UFC/100ml respectivamente; mientras que la concentración de coliformes fecales fluctúan entre 4*10 NMP/100ml a 17*10 NMP/100ml, comparados con el LMP (D.S. 031- 2010 SA) la sobrepasan.

Tabla 06: Concentración de parámetros biológicos a diferentes puntos de muestreo (PM) para la segunda fecha

Parámetros	Unidad	Concentración de parámetros a diferentes puntos de muestreo (PM)					
		PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5	PM-6
Coliformes totales	NMP/100ml	28*10 ²	50*10 ²	17*10 ²	26*10 ²	90*10	17*10 ²
Coliformes fecales	NMP/100ml	8*10	17*10	4*10	5*10 ²	5*10	7*10
E. Coli	NMP/100ml	Positivo			Negativo		Positivo
						o	o

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dichos resultados con respecto al estudio realizado por Alcivar et al., (2017), son diferentes; encontrando que los parámetros fisicoquímicos de las aguas de pozo se encuentran dentro de los rangos establecidos por el TULSMA mientras que los parámetros microbiológicos igualmente se encuentran dentro del rango permitido por la norma TULSMA.

Mientras que con respecto al estudio realizado por Gutierrez (2018), tampoco se asemejan encontrando que las aguas subterráneas pertenecientes al centro poblado de Virú son aptas para el consumo humano al contener valores aceptables en Dureza Total, Sólidos Totales y en sulfatos.

De igual manera con respecto al estudio realizado por Apucusi (2019), son diferentes debido a que se determinó que el análisis fisicoquímico de las aguas subterráneas se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental tanto como para consumo humano y animal. DS N° 031-2010-SA.

Así mismo con respecto al estudio efectuado por Marquez (2022), también no se

asemeja encontrando que el agua que utilizan para el consumo no está en su totalidad dentro de los límites Máximos permisibles por lo que recomienda el uso de filtros en caso de consumo y más sensibilización en cuanto al peligro de toxicidad de esta fuente de agua.

Finalmente con respecto al estudio efectuado por Calsín (2016), son diferentes encontrando que los parámetros fisicoquímicos evaluados no exceden los LMP reglamentado por la Calidad de Agua para Consumo Humano N° 031-2010-SA, la variación de los parámetros entre pozos artesanales y pozos tubulares obedece a la altura en la que estas se encuentran, siendo los pozos tubulares más profundos, asu vez los parámetros bacteriológicos, coliformes totales y coliformes fecales exceden los LMP, a causa de la falta de un sistema de drenaje de aguas servidas en la zona de estudio.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que los valores obtenidos en la evaluación de las aguas subterráneas de pozos no cumplen con los estándares del (D.S. 031- 2010 SA) destinadas al consumo humano por la presencia de *E-coli* (POSITIVO) y coliformes totales que fluctúa entre $10 \cdot 10^2$ UFC/100ml a $60 \cdot 10^4$ UFC/100ml en la primera campaña y de $90 \cdot 10$ UFC/100ml a $50 \cdot 10^2$ UFC/100ml en la segunda campaña.

SEGUNDA: Se concluye que los parámetros fisicoquímicos existentes en las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimu se encuentran dentro del rango permitido por los límites máximos permisibles de calidad de agua para consumo humano (D.S. 031- 2010 SA).

TERCERA: Se concluye que los parámetros biológicos existentes en las aguas subterráneas de pozos de uso doméstico en el sector vallecito del centro poblado de Chimu no se encuentran dentro del rango permitido por los límites máximos permisibles de calidad de agua para consumo humano (D.S. 031- 2010 SA).

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Se recomienda las autoridades competentes que prioricen y viabilicen un proyecto de agua potable segura para el área en estudio, con la finalidad de asegurar la calidad de vida de los pobladores

SEGUNDA: Se recomienda incrementar el análisis de más parámetros en base al D.S. N° 031-2010-S/MINSA para futuras investigaciones con características similares.

TERCERA: Se recomienda realizar un estudio para determinar las causas antropomórficas de la presencia de contaminantes en las aguas subterráneas que podrían estar afectando su incremento en aguas subterráneas cercanas.

BIBLIOGRAFÍA

- Alejandro Torres, L. A. (2017). Impacto de la Calidad de Agua para Consumo Humano en la Salud de la Población del Cantón Penipe, Provincia de Chimborazo. Ambato, Ecuador: Universidad Regional Autónoma de los Andes.
- Almaza Tovar, O. G. (2015). Índices de calidad de Agua y Vulnerabilidad Acuifera de un Sistema Hidrogeológico: Caso Valle de San Luis de Potosí. San Luis de Potosí, S.L.P. - México: Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.
- Alcivar Bueno, J., Mariscal Santi, W., Sorroza Rojas, N., Villacres Pastor, R., García Larreta, F., & Mariscal García, R. (Julio de 2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de pozos. Dominio de las Ciencias Químicas., 3(4), 183-206. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.4.jul.183-206>
- Apucusi Vargas, C. P. (2019). Caracterización Físico Química, Hidrológica y Ecológica de las Aguas Subterráneas de los Distritos de Characato, Polobaya, Quequeña, Mollebaya, Pocsi, Yarabamba y Sabandia de la Provincia de Arequipa. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ICA - PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales. Lima, Perú: ANA
- Baque Mite, R., Simba Ochoa, L., Gonzáles Ozorio, B., Suarunce, P., Diaz Ocampo, E., & Cadme Arevalo, L. (2016). Calidad del Agua Destinada al Consumo Humano en un Cantón de Ecuador. Ciencia Unami, 9(20), 109-117. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/5826/582663826015>
- Bolaños Alfaro, J. D., Cordero Castro, G., & Segura Araya, G. (2017). Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable como indicadores de contaminación ocasionada por el hombre, en dos cantones de Alajuela (Costa Rica). Tecnología en Marcha, 15-27. doi:10.18845/tm.v30i4.3408
- Castillo Rodriguez, P. A., & Romero Tavera, Y. (2020). Análisis De Distribución De

Concentraciones De Los Metales Pesado Hierro Y Manganeso En Pozos De La Comuna 8 De Villavicencio-Meta. Villavicencio, Colombia: Universidad Santos Tomás.

Calsin Ramirez, Katherine V. (2016) Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno. Puno, Perú

COMPANY, H. (2000). Manual de Análisis de Agua. Loveland, Colorado, EE.UU.

Curo Vilca, M. (2017). Calidad Bacteriológica y Físicoquímica del Agua de Pozos con Fines de Consumo Humano en el Distrito de Huata - Puno, 2016. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano.

Deloya Martinez, A. (2006). Métodos de Análisis físicos y Espectrofotométricos para el Análisis de Aguas Residuales. Tecnología en Marcha, 19(2), 31-40.

DIGESA. (2008). Norma Sanitaria que Establece los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. MINSA.

Fernández , S., & Maria, T. (2017). Determinación de Coliformes Totales y Fecales en Aguas de Uso Tecnológico para las Centrífugas. ICIDCA, 51(2), 70-73. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>

Fernández Cirelli, A. (2012). El Agua: Un Recurso Esencial. Química Viva, 11(3), 147 - 170. doi:1666-7948

Flores Cerna, J. C. (2016). Evaluación Físicoquímica y Bacteriológica de las aguas subterráneas de Consumo Humano con y sin ebullición de Zonas Aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca - Perú: Universidad Nacional de Cajamarca - Escuela de Postgrado.

Garcia Vargas, A., Reyes Navarrete, M., Alvarado de la Peña, A., Gonzales Valdes, L., Magdalena Antuna, D., Vazques Alarcon, E., . . . Herrera Benavides, A. (2001). Cloruros Totales en el Agua de Abastecimiento. CIIDIR IPN Durango, 1-2. doi:34220


- Gramajo Cifuentes , B. (2004). Determinación de la Calidad del Agua para Consumo Humano y Uso Industrial, Obtenida de Pozos Mecánicos en la Zona 11, Mixco, Guatemala. Mixco - Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Inofuente Ccarita Wilmer R. (2020), Influencia de las letrinas en la calidad microbiológica del agua subterránea en la urbanización San Isidro Ccaccachi-Juliaca 2019. Juliaca, Perú.
- J. Howe, K., W. Hand, D., C. Crittenden, J., R. Rhodes, T., & George, T. (2017). Principios de Tratamiento del Agua. Cengage learning.
- Larrea Murrell, J., Rojas Badía, M., Romeu Alvarez, B., Rojas Hernández, N., & Heydrich Perez, M. (2013). Bacterias indicadoras de Contaminación fecal en la Evaluación de la calidad de las Aguas: Revisión de la Literatura. CENIC, 44(3), 24-34. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1812/181229302004.pdf>
- Marquez Ignacio Jeanpeare R.(2022). Determinación de concentraciones de arsénico en agua subterránea del distrito de Végueta-Huaura, Lima en periodo 2017-2018. Huaura, Perú.
- Monte Pérez, I., & Pellicer, A. (2016). Agua, pH y Equilibrio Químico. Cauhtémoc, México: Subsecretaría de Educación Media Superior.
- Mora, J., & Calvo, G. (2010). Estado Actual de Contaminación con Coliformes Fecales de los Cuerpos de Agua de la Península de Osa. Tecnología en Marcha, 23(5), 34-40.
- Morales Goicochea Walter (2022), Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea utilizada para el consumo humano en el caserío Pata Pata Centro Poblado Pariamarca-Cajamarca-2020. Cajamarca, Perú.
- Molina Gutierrez, Lorena Y.(2018). Propuesta de uso del agua subterránea del distrito de Uraca Corire para el consumo humano mediante la identificación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Arequipa, Perú
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). Aguas Subterráneas - Acuíferos (Vol. I). Lima, Perú: Sociedad Geográfica de Lima.

- Pouleurs, D. (2021). El Gran Libro del Agua. Santiago, Chile: Pehóe Ediciones, Xylem INC, 2021.
- Raffo Lecca, E., & Ruiz Lizama, E. (2014). Caracterización de las Aguas Residuales y la Demanda Bioquímica de Oxígeno. *Industria data*, 17(1), 71-80. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010>
- Rivas Robles, E., Espinosa Niño, F., Hernández Cruz, F., Guzmán Monterrosa, H., & Pérez Hernández, H. (2017). Caracterización fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea del municipio de Villa de Acapetahua, Chiapas, México. *Higiene y Sanidad Ambiental*, 17,, 17, 1541-1545.
- Rodriguez , R. (2010). La Dureza del Agua. Argentina: Universidad Tecnológica Nacional.
- Ruiz, S., Eugenia, N., Escobar, C., & Escobar, J. C. (2007). Revisión de Parámetros fisicoquímicos como Indicadores de Calidad y Contaminación del Agua. *Ingeniería e Investigación*, 27(3), 172-181.
- Sandoval Condori, Esteban R. (2021) Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno. Puno, Perú
- Salud, D. G. (2011). Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Perú.
- Sierra Ramírez, Carlos A. (2011) Calidad del agua Evaluación y diagnóstico. Medellín, Colombia: Universidad de Medellín.
- Singler, A., & Bauder, J. (2012). Alcalinidad, pH y Sólidos Disueltos Totales. Regional Water Program.
- Sotil Flores, H. (2017). Análisis de Indicadores de Contaminación Bacteriológica (Coliformes Totales y Termotolerantes) en el Lago de Moronacocha. San Juan, Perú: Universidad Científica del Perú.
- Tacuri Robles, R. (2019). Determinación de la Calidad de Agua de Pozos Artesianos y sus Aspectos Ambientales Asociados, Juliaca, Puno, 2018. Arequipa - Perú:


Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.

ANEXOS

Anexo 01: Certificado de análisis de la calidad del agua de parámetros fisicoquímicos



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INACAL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN

INFORME DE ENSAYO

N° 05051-23/AG/LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Carla Yamile Ticona Huakuna
 Proprietario / Productor : Carla Yamile Ticona Huakuna,
 Dirección del cliente : Jr. Calleje N° 178
 Solicitado por : Carla Yamile Ticona Huakuna.
 Muestrado por : Cliente.
 Número de muestra(s) : 06 muestra.
 Producto declarado : Agua Superficial.
 Presentación de las muestras(s) : Frasco de plástica.
 Referencia del muestreo : Pozo de Agua.
 Procedencia de muestra(s) : Puno / Puno / Puno.
 Fecha(s) de muestreo : 2023-05-04
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-05-04
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliaves - LABSAF ILLPA.
 Fecha(s) de análisis : 2023-05-04
 Colocación del servicio : 0501-23-ILL
 Fecha de emisión : 2023-05-10



II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6
Código de Laboratorio	AG873-ILL-23	AG874-ILL-23	AG875-ILL-23	AG876-ILL-23	AG877-ILL-23	AG878-ILL-23
Matriz Analizada	Aguas	Aguas	Aguas	Aguas	Aguas	Aguas
Fecha de Muestreo	2023-05-04	2023-05-04	2023-05-04	2023-05-04	2023-05-04	2023-05-04
Hora de Inicio de Muestreo (H)	08:51	08:41	06:50	07:15	07:24	07:34
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Consumida
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06
Ensayo	Unidad	LC	Resultados			
pH (****)	Unid. pH	--	8.2	8.0	8.2	8.1
Conductividad Eléctrica	µS/cm	--	767.0	1138.0	1097.0	1058.0
R.A.S	--	--	1.76	2.17	1.96	1.94
Suma de cationes	--	--	8.86	10.81	12.14	10.86
Calcio (Ca)	mg/L	--	5.79	6.88	7.10	6.83
Magnesio (Mg)	mg/L	--	0.46	0.77	0.96	0.72
Potasio (K)	mg/L	--	0.07	0.07	0.18	0.13
Sodio (Na)	mg/L	--	2.26	3.99	3.88	3.18
Suma de aniones	--	--	5.4	7.14	8.58	8.52
Cloruro (Cl)	mg/L	--	2.36	2.76	3.03	2.88
Sulfato	mg/L	--	1.41	1.16	1.41	1.33
Carbonatos (CO ₃)	mg/L	--	0.0	0.0	0.0	0.0
Bicarbonatos (HCO ₃)	mg/L	--	0.13	0.12	0.14	0.11
Nitrato	mg/L	--	1.5	3.1	3.2	4.4
Clasificación Reversible:			C3S1	C3S1	C3S1	C3S1
R.A.S.:			Aguas utilizables con precauciones	Aguas utilizables con precauciones	Aguas utilizables con precauciones	Aguas utilizables con precauciones
Tipo de agua:			Semidura	Dura	Dura	Semidura
Diagnostico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox Diagrama):			Agua Buena a admisible	Agua Buena a admisible	Agua Buena a admisible	Agua Buena a admisible

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.020, 3ra Edición 2015, CALIDAD DE AGUA, Determinación de pH en aguas. Método abstrómetrico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.049 1ra Edición 2015, CALIDAD DE AGUA, Determinación de conductividad eléctrica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y aguas con fines de riego 4NA. Ed. 1era 2017, Item 6.4.1, Pág.80-84, Determinación de cationes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu y Zn).
Determinación de aniones (Cloruros de Calcio, Bicarbonatos, Cloruro, Sulfatos, Nitratos)	Manual de procedimientos de los análisis de suelos y aguas con fines de riego 4NA. Ed. 1era 2017, Item 6.4.2, Pág.81-88, Determinación de aniones.
Clasificación Reversible:	
Diagnostico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox Diagrama):	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences, E.U.A. Sexta reimpresión, octubre 1995, 1996.
Tipo de agua	
R.A.S	



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliaves
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Director: Anselo Rincón de Salas S.M. Puno - Puno

Página 1 de 2
7-A4 / Ver:03
www.inia.gob.pe



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



Registro N° LE - 200

INFORME DE ENSAYO

N° 02007-23/AG/ LABSAF - ILLPA

I. INFORMACIÓN GENERAL

Cliente : Carla Yamile Ticona Hualcuna.
 Propietario / Productor : Reservado por el cliente.
 Dirección del cliente : Jr. Cañete N°178.
 Solicitado por : Carla Yamile Ticona Hualcuna.
 Muestreado por : Cliente.
 Número de muestra(s) : 06 muestras.
 Producto declarado : Agua.
 Presentación de las muestras(s) : Frasco de plástico.
 Referencia del muestreo : Reservado por el Cliente.
 Procedencia de muestra(s) : Chimu-Sector Vallecito / Puno / Puno.
 Fecha(s) de muestreo : 2023-02-10 (*)
 Fecha de recepción de muestra(s) : 2023-02-10
 Lugar de ensayo : Laboratorio de Suelos, Aguas y Foliare - LABSAF Illpa.
 Fecha(s) de análisis : 2023-10-10
 Cotización del servicio : 007-23-ILL
 Fecha de emisión : 2023-02-16

II. RESULTADO DE ANÁLISIS

ITEM	1	2	3	4	5	6		
Código de Laboratorio	AG019-ILL-23	AG020-ILL-23	AG021-ILL-23	AG022-ILL-23	AG023-ILL-23	AG024-ILL-23		
Matriz Analizada	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua	Agua		
Fecha de Muestreo	2023-02-10	2023-02-10	2023-02-10	2023-02-10	2023-02-10	2023-02-10		
Hora de Inicio de Muestreo (h)	11:00 (*)	11:30 (*)	12:00 (*)	12:30 (*)	14:00 (*)	15:00 (*)		
Condición de la muestra	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada	Conservada		
Código/Identificación de la Muestra por el Cliente	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6		
	Ensayo		Unidad	LC	Resultados			
pH (****)	unid. pH	0,1	7,2	7,4	7,5	6,9	7,3	7,4
Conductividad Eléctrica	mS/m	0,1	73,4	94,2	112,3	79,4	88,7	183,4
R.A.S	--	--	0,10	0,12	0,14	0,10	0,14	0,17
Suma de cationes			8,02	10,57	8,59	8,33	8,84	13,12
Calcio (**)	meq/L	--	4,60	5,50	7,70	4,90	6,20	9,00
Magnesio (**)	meq/L	--	1,90	3,80	2,30	2,90	1,70	3,20
Potasio (**)	meq/L	--	1,02	1,00	0,56	0,73	0,65	0,49
Sodio (**)	meq/L	--	0,20	0,27	0,33	0,20	0,29	0,43
Suma de aniones			7,67	7,32	8,85	8,87	8,03	11,74
Cloruros (**)	meq/L	--	2,80	2,60	2,50	2,90	2,90	7,00
Sulfatos	meq/L	--	2,83	1,02	4,41	1,95	0,95	1,08
Carbonatos (**)	meq/L	--	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bicarbonatos (**)	meq/L	--	0,34	0,20	0,34	0,12	0,28	0,16
Nitratos	meq/L	--	1,70	3,50	1,60	3,90	0,90	3,50
Clasificación Riverside:	C1S1	C1S1	C1S1	C1S1	C1S1	C1S1		
R.A.S.:	Aguas de buena calidad	Aguas de buena calidad	Aguas de buena calidad	Aguas de buena calidad	Aguas de buena calidad	Aguas de buena calidad		
Tipo de agua:	Blanda	Semiblanda	Semiblanda	Blanda	Semiblanda	Semiblanda		
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama):	Excelente a buena	Excelente a buena	Excelente a buena	Excelente a buena	Excelente a buena	Excelente a buena		



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017

Dirección: Anexo Riccardada Salcedo S/N, Puno - Puno

Página
F-46
www.inia



Instituto Nacional de Innovación Agraria

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INACAL
DA - DA
ORGANISMO DE
ACREDITACIÓN

INFORME DE ENSAYO
N° 05051-23/AG/ LABSAF - ILLPA

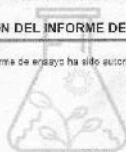
IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingresó la Muestra: Buenas Condiciones de almacenamiento.
- Este informe no puede ser reproducido total ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
- Los resultados se relacionan solamente con los ítems señalados a ensayo.
- Los resultados se refieren a las muestras, tales como su naturaleza.
- Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
- El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
- Medición de pH realizada a 25 °C.

(*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicho informe.
(**) El (los) resultado(s) obtenido(s) corresponden(a) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
(***) El (los) resultado(s) obtenido(s) corresponden(a) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es válida para el
(****) Los datos obtenidos con referencias, debido a que la muestra no cumple con los criterios de ingreso de muestra.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente informe de ensayo ha sido autorizado por Jorge Canhua - Responsable del Laboratorio del LABSAF- ILLPA



Firma
Jorge Canhua Rojas
Responsable del Laboratorio LABSAF ILLPA


FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Follares
Acreditado con la Norma
NTP-ISO/IEC 17025:2017
Dirección: Av. Rincónada Galindo S/N, Pisco - Perú

Página 2 de 2
F-46 / V-46/03
www.inia.gob.pe


Anexo 02: Certificado de análisis de la calidad del agua de parámetros biológicos



Ministerio de Salud
Perseverancia que transforma personas

DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Jr. José Antonio Encinas N° 145 - Telef. 3515119
E-mail: labcontrolpuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe



MINS
Ministerio de Salud
Laboratorio de Control Ambiental

ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 001/2023

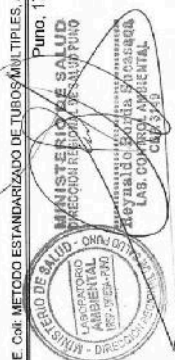
SOLICITANTE : DAVID TICONA GUISEP
DIRECCION : DISTRITO PUNO.
FUENTE DE ORIGEN : POZO.
ESTACION DE MUESTREO : POZO VIVIENDA FAMILIAR-CHIMU.
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX.3000 mL.
FECHA DE RECEPCION : 13.02.2023.
FECHA DE ANALISIS : 14.02.2023.
LUGAR : CHIMU, SECTOR VALLECITO, DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO FILT/MEMBANA	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C)
01	MUESTRA N° PM-01.- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	10 x 12 UFC/100 mL	2 UFC/100 mL
02	MUESTRA N° PM-02.- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	2.3 x 10 ⁴ UFC/100 mL	1.2 x 10 UFC/100 mL

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

METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. Coli. METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, 6000A, WEF, Par.9221(B.E. 2th ed. 2005.

Puno, 17 de febrero de 2023



MINISTERIO DE SALUD
DIRECCION REGIONAL DE SALUD PUNO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL
LAB. CONTROL AMBIENTAL
CAP 370

Jr. José Antonio Encinas N° 145 - Telef. 351519
E-mail: labrediresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe

ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 002/2023

SOLICITANTE : DAVID TICONA GUISEP.
DIRECCION : DISTRITO PUNO.
FUENTE DE ORIGEN : POZO.
ESTACION DE MUESTREO : POZO VIVIENDA FAMILIAR-CHIMU.
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX. 3000 mL.
FECHA DE RECEPCION : 13.02.2023.
FECHA DE ANALISIS : 14.02.2023.
LUGAR : CHIMU, SECTOR VALLECITO, DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

RESULTADOS

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO FILTRAMEMBANA	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C) E. Coli
01	MUESTRA N° PM-03 .- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	2.2 x 10 ⁴ UFC/100 mL	1.3 x 10 ² UFC/100 mL Positivo
02	MUESTRA N° PM-04 .- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	4.4 x 10 ⁴ UFC/100 mL	30 x 10 UFC/100 mL Positivo

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

METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES y E. Coli, METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AMWA, WEF, Pat. 9221B.E. 21th ed. 2005.

Puno, 17 de febrero de 2023





DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO
LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL



Jr. José Antonio Encinas N°145 - Telef. 351519
E-mail: labrefidresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe

ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 026/2023

SOLICITANTE
: CARLA YAMILÉ TICONA HUAICUNA.

DIRECCION
: DISTRITO PUNO.

FUENTE DE ORIGEN
: POZO.

ESTACION DE MUESTREO
: PM-02, 03, 04, 05 y 06.

VOLUMEN DE MUESTRA
: ENVASE DE POLIETILENO DE APROX. 2000 ml

FECHA DE RECEPCION
: 04-05-2023.

FECHA DE ANALISIS
: 04-05-2023.

LUGAR
: DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.

REFERENCIA
: MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

RESULTADOS

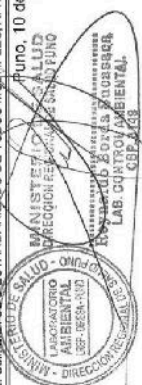
N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO NMP/100 ml	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (65 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C) E. Coli
01	MUESTRA. PM-02 , CENTRO POBLADO CHIMU, SECT. VALLECITO	PUNO	NMP/100 ml	50 x 10 ² NMP/100 ml	17 x 10 NMP/100 ml Positivo
02	MUESTRA. PM-03 , CENTRO POBLADO CHIMU, SECT. VALLECITO	PUNO	NMP/100 ml	17 x 10 ² NMP/100 ml	4 x 10 NMP/100 ml Positivo
03	MUESTRA. PM-04 , CENTRO POBLADO CHIMU, SECT. VALLECITO	PUNO	NMP/100 ml	26 x 10 ² NMP/100 ml	5 x 10 ² NMP/100 ml Positivo
04	MUESTRA. PM-05 , CENTRO POBLADO CHIMU, SECT. VALLECITO	PUNO	NMP/100 ml	90 x 10 NMP/100 ml	5 x 10 NMP/100 ml Negativo
05	MUESTRA. PM-06 , CENTRO POBLADO CHIMU, SECT. VALLECITO	PUNO	NMP/100 ml	17 x 10 ² NMP/100 ml	7 x 10 NMP/100 ml positivo

Donde: NMP/100 ml = Numero Mas Probable por cien mililitros.

1.B = Significa Ausencia.

METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. Coli, METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF, Pat. 9221-B, E. 21th ed. 2005.

Puno, 10 de mayo de 2023.



Jr. José Antonio Encinas N°145 - Telef. 351519
E-mail: labcontrolpuno@gmail.com / <http://www.diresapuno.gob.pe>

ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 003/2023

SOLICITANTE : DAVID TICONA QUISPE
DIRECCION : DISTRITO PUNO.
FUENTE DE ORIGEN : POZO.
ESTACION DE MUESTREO : POZO VIVIENDA FAMILIAR-CHIMU.
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX.3000 mL.
FECHA DE RECEPCION : 13.02.2023.
FECHA DE ANALISIS : 14.02.2023.
LUGAR : CHIMU, SECTOR VALLECITO, DISTRITO PUNO, PROV. PUNO, REGION-PUNO.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

RESULTADOS

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO FILTMEMBRANA	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C) E. Coli
01	MUESTRA N° PM-05.- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	12 x 10 ³ UFC/100 mL	24 x 10 UFC/100 mL Positivo
02	MUESTRA N° PM-06.- POZO VIVIENDA FAMILIAR CHIMU	PUNO	UFC/100 mL	60 x 10 ³ UFC/100 mL	50 x 10 ³ UFC/100 mL Positivo

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

METODO DE ENSAYO: NUMERACION COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y E. COLI-METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF Par.9221B/E. 21th ed. 2005.

Puno, 17 de febrero de 2023





LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 200



INFORME DE ENSAYO
N° 02007-23/AG/ LABSAF - ILLPA

III. METODOLOGÍA DE ENSAYO

ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
pH	NTP 214.029, 3er Edición, 2015. Calidad de Agua. Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Conductividad Eléctrica	NTP 214.049 1ra Edición, 2015. CALIDAD DE AGUA. Determinación de conductividad. Electrofísica en agua.
Determinación de cationes (Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio)	Manual de los procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - INIA, Ed. 1era, 2017, ítem 6.4.1, Pag. 83. Determinación de cationes (Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu y Zn)
Determinación de aniones (Carbonatos de Calcio, Bicarbonatos, Cloruros, Sulfatos, Nitratos)	Manual de los procedimientos de los análisis de suelos y agua con fines de riego - INIA, Ed. 1era, 2017, ítem 6.4.2, Pag. 84-88. Determinación de Aniones.
Clasificación Riverside:	
Diagnóstico y Recomendaciones (Normas de L.V. Wilcox, Diagrama):	Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, División of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpresión, octubre 1988, 195p.
Tipo de agua:	
R.A.S	

IV. CONSIDERACIONES

- Estado en las que ingreso la Muestras: Buenas Condiciones de almacenamiento
 - Este informe no puede ser reproducido total, ni parcialmente sin la autorización de LABSAF y del cliente.
 - Los resultados se relacionan solamente con las ítems sometidos a ensayo
 - Los resultados se aplican a las muestras, tales como se recibieron
 - Este documento es válido sólo para el producto mencionado anteriormente.
 - El Laboratorio no es responsable cuando la información proporcionada por el cliente pueda afectar la validez de los resultados.
 - Medición de pH realizada a 25 °C
- (*) Este dato ha sido proporcionado por el cliente, por lo que el laboratorio no es responsable de dicha información.
 (**) El (Los) resultado(s) obtenida(s) correspondi(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA.
 (***) El (Los) resultado(s) obtenida(s) correspondi(n) a métodos de ensayo que no han sido acreditados por el INACAL-DA, debido a que la muestra no es idónea para el ensayo.

V. AUTORIZACIÓN DEL INFORME DE ENSAYO

- El presente Informe de ensayo ha sido autorizado por: Jorge Canihua Rojas - Responsable del laboratorio del LABSAF Illpa.


 Firma
 Fredy Lopez Dueñas
 Director de Estación Experimental Illpa
 FIN DE INFORME DE ENSAYO



Red de Laboratorios de Suelos, Aguas y Foliare
 Acreditado con la Norma
 NTP-ISO/IEC 17025:2017
 Dirección: Anexo Hacienda Salsipueda S/N, Puno - Puno

P:
 F:
 www.i

Anexo 03: Panel fotográfico



Imagen 1: Toma de Agua



Imagen 2: toma de datos de puntos



Imagen 3: Observación de parámetros físicos



Imagen 4: Toma de muestras



Imagen 5: Rotulado de muestras

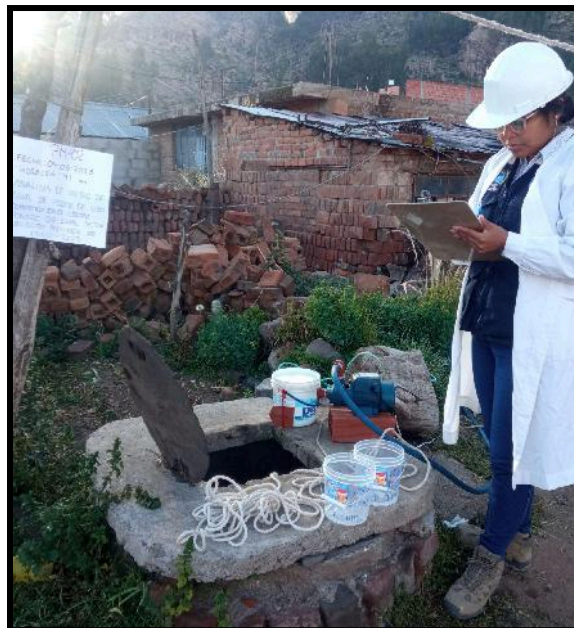


Imagen 6: Toma de Parámetros In Situ