

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DEL AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO DE LA
COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO - 2026**

PRESENTADA POR:

DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2026



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



5.87%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 27 MAR 2026, 12:57 PM

Originality & Authorship Report

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

● IDENTICAL
1.91%

● CHANGED TEXT
3.95%

Report #32167277

DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE // CALIDAD DEL AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO - 2026

RESUMEN El estudio se realizó en la localidad de la Comunidad Limacucho, Distrito de Caracoto. El objetivo es el análisis organoléptico, físico químico y microbiológico del agua de consumo humano. Se realizó durante el periodo de Septiembre a Diciembre del 2025. **10** Según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N°031 – 2010 – SA. El objetivo general es evaluar la calidad del agua que consume la Comunidad Limacucho, si cumple con los LMP en cuanto a la calidad de agua de pozo para consumo humano. Así mismo los objetivos específicos fueron determinar los valores de los parámetros organolépticos (aspecto, color y olor), parámetros físicos químicos (pH, conductividad, sólidos disueltos totales, dureza total CaCO₃, alcalinidad, cloruros Cl⁻, sulfatos SO₄⁻), parámetros microbiológicos (coliformes totales, Escherichia coli (E. Coli)). El tipo de estudio, no experimental del tipo descriptivo transversal. Se recolectaron 3 muestras de agua provenientes de la captación, reservorio y viviendas (vivienda intermedia y vivienda más alejada). El análisis de los resultados consistió en encontrar valores en laboratorio para los parámetros organolépticos, físico químicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos demostraron que el valor de los parámetros

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

**CALIDAD DEL AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO DE LA
COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO - 2025**

PRESENTADA POR:

DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

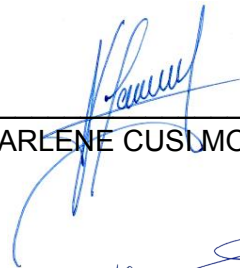
:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Dra. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

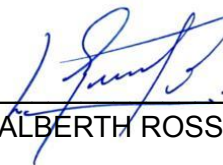
:



Mtra. NATALY SILVIA GARCIA VILCA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. LUIS ALBERTH ROSSEL BERNEDO

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Línea de investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 06 de abril del 2026

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de investigación a mis padres, quienes con su amor, apoyo incondicional y sacrificio han sido el pilar fundamental en cada etapa de mi formación. Gracias por creer en mí, por motivarme a seguir adelante y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia se pueden alcanzar los sueños.

Asimismo, dedico este trabajo a mis docentes, quienes con sus conocimientos, orientación y paciencia contribuyeron significativamente a mi desarrollo académico y profesional. Su dedicación y compromiso fueron clave para la realización de esta tesis.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos, por brindarme una formación profesional para el desarrollo de mi región.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental
- A los miembros de jurado calificador, por ser parte de esta investigación
- A mi asesor por brindarme el apoyo y la orientación para la culminación de esta investigación

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. INTERNACIONALES	14
1.2.2. NACIONALES	16
1.2.3. LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
---------------------------	-----------

2.1.1. CALIDAD DE AGUA	21
2.1.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA	22
2.1.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DEL ESTUDIO	23
2.1.4. PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA.	24
2.1.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	25
2.1.6. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS	26
2.1.7. CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO AMBIENTAL DE LA AGUAS SUBTERRÁNEAS	28
2.1.8. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	29
2.1.11. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS	30
2.1.12. LA DUREZA EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	31
2.1.13. IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.	31
2.1.14. CLASIFICACIÓN	31
2.1.15. TIPOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (POZOS)	32
2.1.16. C	33
2.2. MARCO NORMATIVO	34
2.2.1. DECRETO SUPREMO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO	34
2.3. MARCO CONCEPTUAL	35
2.3.1. AGUA.	35
2.3.2. AGUA POTABLE.	35
2.3.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO	35
2.3.4. AGUA SUBTERRÁNEA.	36
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	37
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	39
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	39
3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	39

3.3.2. MATERIALES Y EQUIPOS	43
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	44
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO	44
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. EXPOSICION Y ANALISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	45
4.1.1. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.	45
4.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DEL RESERVORIO DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.	49
4.1.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DE LAS VIVIENDAS (PRIMERA, INTERMEDIO Y ÚLTIMA VIVIENDA) DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.	53
4.2. PROCESO DE LA PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO	56
4.2.1. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO GENERAL	56
4.2.2. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 1.	57
4.2.3. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 2.	57
4.2.4. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 3.	58
4.2.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	58
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Características organolépticas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho distrito de Caracoto 2026.	45
Tabla 02: Características físico químicas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	46
Tabla 03: Características microbiológicas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho distrito de Caracoto 2026.	48
Tabla 04: Características organolépticas del reservorio de agua de la comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	49
Tabla 05: Características Físico Químicas de agua de pozo en el reservorio de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	50
Tabla 06: Características Microbiológicas de agua de pozo en el reservorio de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	52
Tabla 07: Características organolépticas en las viviendas de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	53
Tabla 08: Características Físico Químicas de agua de pozo en las viviendas (primera, intermedio y última vivienda) de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	54
Tabla 09: Características Microbiológicas de agua de pozo en las viviendas (primera, intermedio y última) de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación de la comunidad de Limacucho respecto al distrito de Caracoto.	38
Figura 02: Ubicación de la captación de agua de la comunidad de Limacucho.	38
Figura 03: Valores Físico Químico de la captación.	47
Figura 04: Parámetros microbiológicos de la captación.	48
Figura 05: Parametros Fisico Quimicos de Reservorio	51
Figura 06: Valores de Coliformes totales y Escherichia Coli del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.	52
Figura 07: Parámetros Físico Químicos de las viviendas.	55
Figura 08: Parámetros Microbiológicos de las viviendas.	56
Figura 09: Valores semejantes a la presente investigación de coliformes totales en el agua de pozo para consumo humano del autor Ccapa.	59
Figura 10: Los materiales para el muestreo de agua de pozo en la comunidad Limacucho, caracoto 2025.	78
Figura 11: La imagen muestra la toma de muestra del pozo de captación.	79
Figura 12: La imagen muestra la toma de muestra del reservorio.	79
Figura 13: La imagen muestra la toma de muestra de la primera vivienda.	80
Figura 14: La imagen muestra la toma de muestra de la vivienda intermedia.	81
Figura 15: La imagen muestra la toma de muestra de la última primera.	82
Figura 16: La imagen de la muestra para laboratorio de la captación.	82
Figura 17: La imagen de la muestra para laboratorio del reservorio.	83
Figura 18: La imagen de la muestra para laboratorio de las viviendas.	83

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia	68
Anexo 02: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos	69
Anexo 03: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticos.	70
Anexo 04: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos	71
Anexo 05: Resultados de los análisis de laboratorio de la UNAP- PUNO	75
Anexo 06: Imágenes de la toma de muestras del pozo de captación.	78

RESUMEN

El estudio se realizó en la localidad de la Comunidad Limacucho, Distrito de Caracoto. El objetivo es el análisis organoléptico, físico químico y microbiológico del agua de consumo humano. Se realizó durante el periodo de Septiembre a Diciembre del 2025. Según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N°031 – 2010 – SA. El objetivo general es evaluar la calidad del agua que consume la Comunidad Limacucho, si cumple con los LMP en cuanto a la calidad de agua de pozo para consumo humano. Así mismo los objetivos específicos fueron determinar los valores de los parámetros organolépticos (aspecto, color y olor), parámetros físicos químicos (pH, conductividad, sólidos disueltos totales, dureza total CaCO₃, alcalinidad, cloruros Cl⁻, sulfatos SO₄.), parámetros microbiológicos (coliformes totales, Escherichia coli (E. Coli)). El tipo de estudio, no experimental del tipo descriptivo transversal. Se recolectaron 3 muestras de agua provenientes de la captación, reservorio y viviendas (vivienda intermedia y vivienda más alejada). El análisis de los resultados consistió en encontrar valores en laboratorio para los parámetros organolépticos, físico químicos y microbiológicos. Los resultados obtenidos demostraron que el valor de los parámetros organolépticos si cumplen con los valores de LMP, los parámetros fisicoquímicos si cumple con los valores de límite máximo permisible, valores de los parámetros microbiológicos: coliformes totales y Escherichia Coli no cumplen con los valores del límite máximo permisible por encontrarse valores por encima de los límites máximos permisibles. Se concluye que el agua de pozo de la Comunidad Limacucho del distrito de Caracoto no cumple con los requisitos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S. 031-2010-SA, por lo tanto, el agua No es Apta para el Consumo Humano, poniendo en riesgo la salud de las personas.

Palabras clave: Agua, Agua de pozo, Calidad de Agua, Consumo Humano, Parámetros.

ABSTRACT

The study was carried out in the locality of the Limacucho Community, District of Caracoto. The objective was the organoleptic, physicochemical, and microbiological analysis of water for human consumption. It was conducted during the period from September to December 2025, according to the Regulation of Water Quality for Human Consumption: Supreme Decree No. 031–2010–SA. The general objective was to evaluate the quality of the water consumed by the Limacucho Community and determine whether it complies with the Maximum Permissible Limits (MPL) regarding well water quality for human consumption. Likewise, the specific objectives were to determine the values of the organoleptic parameters (appearance, color, and odor), physicochemical parameters (pH, conductivity, total dissolved solids, total hardness CaCO_3 , alkalinity, chlorides Cl^- , sulfates SO_4), and microbiological parameters (total coliforms and *Escherichia coli* (*E. coli*)). The type of study was non-experimental with a cross-sectional descriptive design. Three water samples were collected from the intake, the reservoir, and households (an intermediate house and the most distant house). The analysis of the results consisted of determining laboratory values for the organoleptic, physicochemical, and microbiological parameters. The results obtained showed that the organoleptic parameters comply with the MPL values, and the physicochemical parameters also comply with the maximum permissible limits. However, the microbiological parameters—total coliforms and *Escherichia coli*—do not comply with the maximum permissible limits because the values found were above the established limits. It is concluded that the well water of the Limacucho Community in the District of Caracoto does not meet the requirements established in the Regulation of Water Quality for Human Consumption D.S. 031-2010-SA; therefore, the water is not suitable for human consumption, posing a risk to people's health.

Keywords: Water, Well water, Water quality, Human consumption, Parameters.

INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento importante para el desarrollo de la vida sobre el planeta Tierra, tal es el agua para consumo humano que, mediante captaciones subterráneas, permite abastecer las necesidades de la humanidad. Actualmente, por las actividades del ser humano, se están contaminando los recursos hídricos. Por tal motivo el estudio de la calidad de agua de pozo para consumo humano de la comunidad Limacucho distrito de Caracoto - 2026. Esto a razón de que la comunidad está cercana a la cuenca del río Coata que en la actualidad es una de las cuencas más contaminadas. La importancia de esta investigación, radica en la realización del tratamiento adecuado del agua de pozo, y que beneficie a la población y obtener una mejor calidad de agua para consumo humano en la comunidad de Limacucho. La realización de buenas prácticas de tratamiento ayuda a un mejor desarrollo económico, social y ambiental.

En esta investigación, se abordan los parámetros organolépticos, físico químicos y microbiológicos. En el capítulo I, se procede a exponer la problemática de la zona de estudio, se plantean las interrogantes, los objetivos (general y específicos) y la justificación de la investigación. En este mismo capítulo, se consideraron los antecedentes internacionales, nacionales y locales.

En el capítulo II, se expone el marco teórico usando material de estudio en fuentes bibliográficas que guardan relación directamente del problema de investigación que se formuló. En el mismo, también se contempla el marco conceptual y el marco normativo con el cual se conceptualiza la investigación.

En el capítulo III, se orienta la zona de estudio, el diseño metodológico, las técnicas, métodos e instrumentos de recolección. Y se organiza la operacionalización de las variables y se explican los procedimientos en campo y los materiales utilizados.

En el capítulo IV, se dan a exponer los resultados obtenidos del laboratorio, interpretando y comparando los LMP conforme DS N°031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano y así poder determinar si el agua de pozo, es apta o no para el consumo humano.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema mundial de La crisis hídrica, la escasez, las sequías, la polución de las masas de agua, es de mucha relevancia a lo que se refiere la Agenda 2030. El agua dulce de los lagos, lagunas, ríos, y acuíferos existentes, son vitales para el consumo humano y agropecuario. La protección del recurso hídrico, es importante para así poder brindar agua de gran calidad que sea apto para el consumo humano. El 75% de los recursos hídricos en el planeta tierra está contaminado, ocasionado directamente por actividades antropogénicas, contaminando los manantiales, afluentes y lagos. Los ríos son medios de transporte que movilizan los contaminantes hacia riberas y hacia el mar. En el ámbito nacional, los recursos hídricos que se encuentran en cuencas, microcuencas, lagos, lagunas, sufren un mal manejo, un uso irracional por parte de la población. Todo ello conlleva a una inevitable contaminación de los cuerpos de agua.

Los habitantes sufren las consecuencias que ellos mismos provocaron. La polución de los cuerpos de agua afecta de manera directa a la sociedad, la económica, la producción. Y los más afectados son los habitantes que hacen uso directo de las fuentes de agua.

En la actualidad la Comunidad Limacucho se viene abasteciendo de (1) un punto de captación de agua, ubicado en la comunidad Limacucho, donde se construyó un pozo el cual tiene sus componentes como su caja de llaves, reunión donde finalmente es derivado al reservorio existente.

La captación existente fue construida en el año 2014 según se ha verificado en los registros que existen en la comunidad. La ruta que inicia de la caja de reunión N° 01 es de material PVC. 90mm, teniendo una distancia de 50m, el grado de uso y desgaste de las tuberías que conducen el agua se encuentra en un estado regular debido a algunos desgastes por el tiempo de uso.

Los conductos por donde se transporta el agua necesitan de un sistema de bombeo para potenciar la fuerza debido a la pendiente que existe de la captación hacia el reservorio. Un problema observado en estos últimos años desde su construcción fue los cambios en el agua tales como cambios en sabor, olor y color lo cual causaba insatisfacción en los usuarios y el problema de que el agua cada vez se tornaba más turbia. Sin embargo, la población hace uso de las aguas porque es su único sustento para consumo humano, animal y usos domésticos. Actualmente el reservorio tiene una capacidad de almacenamiento de 51 m³, Se encuentra en un estado regular de conservación. Posee un sistema eléctrico para poder bombear el agua al reservorio. Por consiguiente, este sistema abastece de agua a 50 viviendas.

Las redes que existen de captación, reservorio y viviendas son de material PVC, las tuberías varían en cuanto a las pulgadas (1", 2", 3" y 4"), en medidas se obtienen aproximadamente 7,970 m.

Siendo un problema principal y de suma importancia para comunidad Limacucho, es motivo por el cual la razón de esta investigación, no cuenta con estudios que muestren la calidad de agua que consume la comunidad Limacucho. Por lo cual es propicio y de vital importancia para poder esclarecer algunas dudas e interrogantes de la población como también dar a conocer a las autoridades pertinentes y tomar acciones apropiadas en bien de la población de la comunidad Limacucho.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros microbiológicos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?

¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros organolépticos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?

¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según el parámetro físico químico de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Esparza (2020), analizó los parámetros físico químicos y microbiológicos del recurso hídrico de pozo, muy aparte la identificación y cuantificación de metales totales existentes. Se efectuaron muestreos en tres oportunidades en los tiempos de lluvias, estiaje y post- lluvias. Las muestras resultantes son la existencia de bacterias en gran medida como los coliformes totales, fecales. En ambos pozos se verificó la presencia de metales pesados como: cadmio, plomo, talio, arsénico, zinc, mercurio, estaño, zinc, Cu y Ni, son elementos nocivos a la salud. finalmente concluimos. Dentro los valores físicos – químicos de las masas de agua de ambos pozos de esta comunidad llegamos a la conclusión de que no cumple los parámetros para el consumo humano y debe ser tratada y potabilizada adecuadamente.

Benavides (2023), sostuvo que el principal objetivo es la caracterización del agua de pozo del punto de muestreo, tener conocimiento de las buenas prácticas del uso adecuado de las muestras de agua y suelo. Se seleccionaron seis pozos para la caracterización, para cada caserío se realizó (3) tres muestreos que son para el análisis microbiológico y (2) dos para valores físico-químicos. Los análisis fisicoquímicos se efectuaron en las instalaciones del Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador. Las pruebas microbiológicas se realizaron en el Centro de Investigación y Desarrollo, del Centro de Formación Integral de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Los resultados finales fueron

comparados con el Reglamento Técnico Salvadoreño "RTS 13.02.01:14 Agua. Agua de Consumo Humano. Requisitos de Calidad e Inocuidad". Se concluye que los resultados obtenidos de la evaluación de los pozos obtuvieron en gran porcentaje de arsénico (0.09 mg/L), manganeso (0.57 mg/L), hierro (0.45 mg/L), níquel (0.390 mg/L) y plomo de (0.01 mg/L).

De acuerdo a los análisis de los pozos la presencia de contaminantes como las bacterias coliformes 1.00 a 2,419.6 NMP/100 mL, Escherichia coli (<1.00 a >2,419.6 NMP/100 mL) y Pseudomonas aeruginosa (1.00 a 1,119.90 NMP/100 mL), tales que estos resultados no están dentro del Reglamento Técnico Salvadoreño, concluimos que la calidad de agua no es apta para el consumo humano.

Silvera (2021), destacó como objetivo principal la investigación para poder determinar la calidad del agua del Pozo de Miramar y el Río de Miramar. Se efectuaron 03 tres muestreos en Miramar se realizó 01 consulta a través de la encuesta y 02 fechas para muestrear distintos lugares y así realizar la evaluación del agua que consumo la población; se realizo un total de 12 muestreos para hallar los siguientes parámetros: pH, Temperatura, Fosfato, Nitrato, Turbiedad, Conductividad, Salinidad, Oxígeno Disuelto, DBO, Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Enterococos Fecales. Después de los análisis se determinó los índices de la calidad de agua de los lugares muestreados tanto del río y pozo. Obteniendo los siguientes resultados donde la calidad de agua de rio es de mala calidad, y la regular calidad de agua de pozo. Al muestrear el agua de las viviendas y centros educativos se realizó la comparación con los parámetros de la legislación vigente para agua de consumo humano dando como resultado negativo debido a la presencia de bacterias E. Coli. Finalmente se concluye que el agua de pozo que consume la comunidad no es apta para el consumo humano y se determina que el consumo de esa agua causaría enfermedades.

Mera (2022), planteó realizar una evaluación de la calidad de agua de pozo de la comunidad El Gramal que pertenece a la parroquia rural Pueblo Nuevo, en Manabí, Ecuador. En este proceso se tomaron 9 muestras de agua en las temporadas de verano y

9 en invierno. Parámetros a evaluar: color, conductividad eléctrica, salinidad, sólidos totales disueltos, sólidos totales, turbiedad, alcalinidad, dureza total, hierro, manganeso, sulfuro de hidrógeno, bacterias coliformes fecales y bacterias coliformes totales. Se realizó una comparación con los niveles máximos permisibles que son establecidos por normativas nacionales e internacionales. El análisis y comparación de los muestreos ayuda a conceptualizar si el agua de pozo analizada es apta para el consumo.

León (2022), realizó un informe del agua de pozo que se ubica en el Consejo Popular Soledad, Municipio II Frente, Santiago de Cuba para diagnosticar la calidad de agua para consumo humano, que es usado para abasto y fuente de riego para la agricultura. Se realizaron 5 muestreos en período de temporada de sequía del 2020 y por consiguiente el diagnóstico de los resultados físico- químico, bacteriológico. En los resultados determinamos que el agua de pozo contiene contaminantes por encima de los parámetros permitidos, contienen un elevado medio de hidrógeno carbonato, nitrato, nitrito, coliformes totales, termotolerantes y Escherichia Coli. En conclusión, aguas no aptas para el uso de la población, necesariamente requiere de un tratamiento adecuado. presenta salinización y toxicidad sobre los cultivos.

1.2.2. NACIONALES

Soria (2021), determinó la calidad de las aguas de los pozos artesianos del Caserío de Santo Tomas del Distrito de San Juan Bautista (noviembre 2019 a febrero 2020). En el proceso se obtuvieron 4 muestras, de 5 pozos (1, 2, 3, 4 y 5). Se realizó pruebas a los parámetros físico químico y bacteriológicos, realizando la comparación (LMP), bajo los parámetros que rige según normativa de calidad de agua para el consumo humano_(DS N° 031-2010-SA)._Se determinó el índice de calidad, haciendo uso de metodología de Canadá que se usa para análisis de aguas superficiales continentales en el Perú (ICA-PE) y los ECA para agua que esta destinada para la producción de agua potable según los ECA-01__(decreto supremo N° 004-2017-MINAN). Los parámetros, fisicoquímicos temperatura, turbidez, color, conductividad, sólidos totales disueltos, cloruros, dureza total, nitratos y sulfatos de los pozos 1, 2, 4 Y 5, cumplen con los LMP

según el DS N° 031-2010-SA, a excepción del (pH) que estaba 4 a 5,37, debajo de los LMP (6,5 a 8,5). Los pozos 2, 4 y 5 el mes de enero se obtuvieron, valores (17, 2 y 11 NMP/100mL) que no cumplen con los LMP (<1,8 NMP/100mL). En conclusión, las aguas de pozos artesianos no son aptas para el consumo humano, pero se podría mejorar realizando un tratamiento convencional.

Elías (2022), evaluó la calidad del agua de pozos del sector Porvenir La Caña distrito de Virú en los periodos de octubre, noviembre, diciembre del 2020 y enero del 2021 con el fin de determinar si las aguas son aptas para consumo humano y en caso no cumpla con la normativa vigente y la normativa, buscar maneras de potabilizar el agua para que cumpla los estándares y sea apto para el consumo humano. en cuanto a los resultados obtenidos de las muestras tomadas en los diferentes pozos, en los resultados obtenidos se muestra los coliformes totales en un rango de 87 – 1175 NMP/100ml y termotolerantes en un rango de 2.7 - 16.1 NMP/100 ml; estos resultados sobrepasan en gran medida a los LMP de acuerdo al Reglamento de la Calidad de Agua para consumo humano (DS 031-2010 SA), a razón de los resultados se buscan maneras de poder tratar el agua para que cumpla los LMP y sea apto para el consumo humano.

Contreras (2021), tuvo como fin brindar tratamiento y purificar el agua de pozo mediante la ósmosis inversa para realizar el procesamiento de lavado de frutas y hortalizas en una entidad dedicada al agro. La entidad agrícola está dotada de agua de pozo que no está dentro de los parámetros de salubridad, es por ello la necesidad de realizar un tratamiento adecuado en este caso se vio por conveniente aplicar la ósmosis inversa (OI). En cuanto los estándares de agua potable para la realización del lavado de frutas se efectuó un pretratamiento del agua directa de pozo. Inicialmente el pozo tuvo 3252 ppm en sólidos totales disueltos, y posterior a ello se realizó la cloración reduciendo en 1500 ppm, finalmente se aplicó el sistema de ósmosis inversa donde se obtiene 15ppm.

Tacuri (2019), determinó la calidad de agua que son obtenidas de cuerpos de agua subterráneo como los pozos artesianos que están ubicados por los alrededores de Juliaca, los parámetros físico químicos y microbiológicos fueron muestreados en 10

pozos, los resultados de las muestras obtenidas para los parámetros físicos - químicos y microbiológicos se efectuaron en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano en las Facultades de Ingeniería Química y Medicina Veterinaria donde los resultados son analizados y comparados bajo los LMP de la calidad de agua para consumo humano. DS-031-2010-SA, donde fueron tomados en cuenta para 8 parámetros donde en todas no cumplen por lo menos en dos parámetros. En conclusión, dentro de la totalidad de pozos muestreados no existe ninguno que cumpla los parámetros requeridos. Por lo tanto el agua de los pozos artesianos no es apta para el consumo humano, debido a que la contaminación fecal alcanza niveles de riesgo muy alto que llega a 240 Colif. /100 mL en coliformes fecales, en cuanto al consumo de agua que contiene una elevada dureza que va llegando a 1128 mg/L, se tiene una cantidad de sulfato que es relativamente alto 338.40mg/L, concluimos el consumo de agua clorada con cantidades elevadas de 511.84mg/L implica un riesgo ambiental medio.

Aime (2025), determinó la calidad físico-química y bacteriológica del agua de manantial que está destinada al consumo humano en la comunidad de Collana. obtuvo variaciones en el pH, encontrando ácidos y alcalinos en diferentes puntos, lo cual varía de acuerdo a las composiciones químicas del agua, factores como naturales y antropogénicas. los cambios más evidentes como la conductividad eléctrica es la que más variaciones muestra. En cuanto a la turbidez la presencia de partículas suspendidas se encuentra en gran medida. Además, parámetros como los sólidos totales disueltos, la dureza total, los cloruros, los sulfatos y el magnesio, tienden a tener muchos cambios esto es debido a la geología local o posibles fuentes de contaminación.

1.2.3. LOCALES

Ayllon (2022), determinó la calidad bacteriológica, física y química del agua de pozos de consumo humano del poblado Chilla del distrito de Juliaca- provincia San Román- departamento de Puno-2020. Se utilizó el instrumento del colorimétrico, conductímetro, titulométrico, potenciométrico, espectrofotométrico, nefelométrico (temperatura y turbidez), (STD); NMP por dilución en tubo múltiple y placa fluida (cloruros y dureza total),

(pH), (NO₃), (SO₄), (Coliformes fecales y totales) (bacterias heterotróficas). Se hizo uso de las estadísticas usando la T de estudiante, Excel. La resultante de los parámetros teniendo en consideración la longitud de 50 m y 200 m respectivamente con una temperatura 16.45 oC, turbidez 7.30 UNT y bacterias heterotróficas 509.6 UFC/100ml.; de otro lado los sólidos totales disueltos 1 578 mg/l – 2 532 mg/l , pH 7.67 - 7.92 unidades, nitratos 79.48 mg/l - 105.6 mg/l, cloruros 374.95 - 499.14 mg/l, dureza total 101.68 mg/l - 364.68 mg/l; coliformes totales 11 000 NMP/100 ml, coliformes fecales 9 830 NMP/100ml- 1 724 NMP/100 ml UFC/100 ml,. Concluimos que en el Centro Poblado de Chilla el agua de pozo no es apto para el consumo humano, puesto que está por encima a los LMP según el DS 031-2010-SA.

Escoba (2024), evaluó la cantidad de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos que es para que los pobladores puedan consumir en el centro poblado de Vilca Chile, llave, 2023. La metodología que se usó fue descriptiva, no experimental, se muestrea 4 pozos, que estaban más accesibles. En la evaluación de las características físico químicos de aguas subterráneas (pozo) de Vilca Chile, se determinó los resultados, pH 6,67 y 7,02, interpretando el ácido que va para neutro y está dentro de los estándares. La temperatura se observó de 14C en los 04 puntos. Varianza en la conductividad eléctrica obteniendo valores de 97,80 y 117,70 US/cm, lo cual indica la poca presencia de sal. En cuanto a los valores microbiológicos, no se encontró presencia de microorganismos. Por lo tanto, el agua de pozo es apta para consumo humano según el D.S N° 004-2017-MINAM.

Aime (2025), evaluó la calidad de agua subterránea que son de uso para consumo humano en la comunidad Collana Anexo Ilo Ilo, de la provincia de Juliaca, región Puno, concluyó que las fuentes de agua son aceptables de acuerdo a las características físico químicas. Sin embargo, en los parámetros microbiológicos se encontraron valores que sobrepasan los LMP, donde se detectaron coliformes termotolerantes en todas las muestras. Además, se detectó la mineralización en cuanto a la conductividad y dureza que influyen en la percepción organoléptica.

Avila (2024), evaluó la calidad del agua subterránea para consumo humano en el distrito de Paucarcolla, 2022. El tipo de procedimiento en un enfoque cuantitativo, se hicieron toma de muestra de 03 puntos de muestreo(pozo), tal cual lo indica el MINAM El laboratorio donde se realizó los análisis físico, químico y microbiológico en la Universidad Nacional del Altiplano, para los LMP se basó en el D.S. N° 031-2010-SA. Tenemos como resultante las medias en cuanto a sus parámetros pH de 7.34, T°15 °C en 03 puntos de muestreo, dureza 144.28 alcalinidad 170.38 mg/L, cloruros 132,39 mg/L, sulfatos 42.31 mg/L y SDT con 203.51 mg/L, en cuanto a los parámetros microbiológicos se encontraron en niveles bajos de los LMP. Conclusión el agua subterránea es apta para el consumo de la población en el distrito de Paucarcolla.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros microbiológicos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026
- Determinar los parámetros organolépticos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026
- Determinar calidad del agua de pozo para consumo humano según el parámetro físico químico de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CALIDAD DE AGUA

Se define como la caracterización físico, químico y biológico de los cuerpos de agua, dependiendo al tipo de uso para poder medir los parámetros del agua, serán comparados de acuerdo a los parámetros establecidos en las normativas vigentes de cada país (Cañola, 2024). La calidad del agua de zonas del interior de Estero Salado se encuentra afectadas por descargas a causa de aguas industriales y domésticas con valores que superan el DBO según a las normativas vigentes principalmente en épocas de baja mar (Cañola, 2024).

El agua es de vital importancia y útil para diferentes actividades en el sector financiero y un recurso limitado. cubriendo con un 70% la superficie terrestre, sin embargo, el 2,5% es limpio y sólo el 0,3% es accesible al hombre. la mala práctica y la mala gestión limitan gravemente la disponibilidad del recurso hídrico. La necesidad de la protección sostenible del agua, en base a la ley del agua y que está protegida durante muchos años (Velasquez, 2024).

Según la OMS, se define que es el estado natural en cuanto a sus características físicas, químicas y biológicas. El desgaste del recurso hídrico es un acontecimiento de interés mundial por la demanda excesiva del agua para la población que cada vez se acrecienta actividades agrícolas, industriales y el cambio climático que interfiere directamente en los cambios del ciclo hidrológico (Velasquez, 2024).

Las fuentes de agua son alteradas a consecuencia de cambios en sus propiedades en cuanto se debe a las aguas servidas que no tuvieron adecuado trato lo que ocasionan es la reducción de su potencial para su reúso. Según los LMP de los recursos hídricos; las aguas con elevada concentración de salinización en sus propiedades no sirve para el sector de irrigación, industrias y uso para minerales ya que estos sectores poseen sus propios requerimientos de calidad (Velasquez, 2024).

2.1.2. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Estas acciones incumben a todos, tenemos el trabajo de preservar los recursos que son importantes para la humanidad. Los problemas causados a los organismos, problemas a la salud son a consecuencia de la contaminación ya sea de tipo físico, químico y biológico que ocasiona daños al organismo.(Velasquez, 2024). Químicos inorgánicos como Pb, Cd, Cr, Zn, y Hg son nocivos para todo ser viviente en el mundo. Los lugares donde encontramos son en los sistemas acuáticos y terrestres esto a consecuencia a la actividad humana irresponsable. Es nocivo incluso en pequeñas y mínimas cantidades se bioacumula, y es difícil de degradar. La presencia de estos metales es un peligro cuando se encuentran en diferentes ecosistemas debido a su peligrosidad debido a que la flora y fauna depende del medio para poder desarrollarse plenamente (Velasquez, 2024).

Agua potable

Es el agua que ingresa a cada vivienda con óptimas condiciones y apto para su consumo, para preparar los alimentos y el aseo. La manera de realizar un tratamiento adecuado se aplica para la remoción de los sólidos totales e impurezas que puedan estar presente entre los tipos de tratamiento encontramos: la floculación, sedimentación y filtración, estos procesos son para purificar el agua y eliminar la carga bacteriana. El agua cruda es mucho más fácil de potabilizar y mucho menos costosa a comparación de las aguas residuales que necesariamente necesitan ser tratados y demandan de un costo elevado (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Orihuela, 2024).

Control de calidad del agua potable

Conceptualiza las distintas labores donde se realiza una planificación, programación y coordinación con los sectores a trabajar, la misión lograr potabilizar el agua, de manera que el agua esté libre de impurezas que puedan afectar la salud, en función a las normativas que están vigentes. El monitoreo de salubridad debe manejarse de acuerdo a las normativas donde se analiza los resultados para poder ofrecer calidad en cuanto al servicio y si es necesario realizar tratamientos para brindar un servicio óptimo a los usuarios (Orihuela, 2024).

Importancia del control de calidad del agua potable

El control y monitoreo constante en cuanto se debe a la calidad es importante porque, basado en los resultados es factible saber las propiedades y la calidad de los cuerpos de agua y en caso se requiera se realiza tratamientos y mejora de la calidad del agua (Orihuela, 2024).

2.1.3. PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA DEL ESTUDIO

Color

El color del agua se caracteriza por que contiene propiedades orgánicas naturales, minerales. Y los parámetros como pH, temperatura y solubilidad de las sustancias. cumple la función de indicador sensorial para ver la calidad del agua potable (Orihuela, 2024).

Turbiedad

Es el grado de alcance de las propiedades en estado coloidal para poder contrarrestar la refracción que se pueda observar en las masas de agua, la unidad de medida es NTU (Nephelometric Turbidity Units). Con el resultado obtenido se puede determinar su pureza del agua a consumir, y así brindar confianza al consumidor de la calidad de agua que se le brinda y no le causará ningún problema a la salud (American Public Health Association (Orihuela, 2024).

pH

Indicativo de la ionización de hidrógeno que se encuentra en los cuerpos de agua y de acuerdo a los niveles se determina si es una solución ácida, neutra o básica (Orihuela, 2024).

Conductividad eléctrica

Es el poder de conducción de la electricidad en los cuerpos de agua, esto debido de que existen sales en el agua (Dirección General de Salud Ambiental (Orihuela, 2024).

Temperatura.

Este parámetro determina propiedades tales: la viscosidad, solubilidad de gases y sales, es importante en secuencias físicas de los microorganismos. La temperatura depende directamente del clima. Estas variantes se aprecian generalmente en los entornos fluviales (Velasquez, 2024).

Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Los sólidos suspendidos son partículas sólidas que se encuentra en los cuerpos de agua tales como la arcilla, el limo: su forma de transporte es la más común debido a que son cuerpos flotantes lo podemos ver en las fuentes de agua donde se puede apreciar en cantidades relativamente altos que ocasionan impactos negativos haciendo que esas aguas no sean aptas para el consumo humano (Velasquez, 2024).

Oxígeno Disuelto (OD)

Es un indicador del nivel de oxígeno en las fuentes de agua, y es fundamental para los ecosistemas acuáticos. Es un parámetro que indica la cantidad de oxígeno disuelto existente en un cuerpo de agua y parte de ese indicador es gracias a la fotosíntesis de las plantas acuáticas. La turbulencia colabora en el aumento de oxígeno debido al movimiento generado en el agua (Velasquez, 2024).

2.1.4 PARÁMETROS QUÍMICOS DEL AGUA.

Potencial Hidrógeno (pH)

Con este parámetro determinamos las características ácidas, neutras y alcalinas en los cuerpos de agua, se basa generalmente en la cantidad de iones de hidrógeno que pueda

contener. De acuerdo a los cálculos determinamos si es ácido o alcalino. Valores de pH menores a 07 se denota como ácido, pH mayores a 07 se denota como alcalino y 07 se denota como neutro (Velasquez, 2024).

2.1.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Bacterias heterotróficas

Pertenecen a la familia que hacen uso de elementos orgánicos de C para usarlo de combustible en su desarrollo. Un indicador de confianza es la cantidad de microorganismos heterótrofos y posterior a realizar el proceso para desinfectar (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente).

Escherichia Coli

Según (Orihuela, 2024) la E. Coli es un microorganismo gram negativa donde tiene su origen en los restos fecales, se encuentra en grandes números en las heces de seres de sangre caliente. Si en una muestra de agua se detecta la E. coli que el agua no está siendo tratada correctamente, y puede ser procedente de la capa externa de la tierra, cuerpos de agua, manantiales y en el mismo sistema de digestión de los seres vivos.

Coliformes totales

Son microorganismos que lo encontramos en excretas y en distintos lugares como los ecosistemas, así como en las masas de agua que contienen niveles altos en nutrientes. Resaltamos que no solamente se puede encontrar en excrementos, También se encuentran en cuerpos de agua tratada, como la Serratia fonticola (Orihuela, 2024).

Coliformes termotolerantes o fecales

Los coliformes termotolerantes presentan una amenaza latente al momento de tocar los objetos que se encuentran en los sanitarios. El cambio de las propiedades del agua puede ser drástico y repentino. La proliferación de patógenos, pueden incrementar en gran medida provocando enfermedades que se originen en el agua (Orihuela, 2024).

Determinación de coliformes fecales

microorganismos Gram negativas de aspecto alargado, en forma de bacilo que tienen la capacidad de realizar la fermentación de la lactosa, produciendo ácido y CO₂ a 35 +/- 0,5

°C. En el periodo de 24 horas. Se caracteriza por ser aeróbicos y anaeróbicos. (huaroto, 2022).

2.1.6. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

Un cuerpo de agua tiene sus propias características físicas y químicas, que se deben a diversos factores como son factores climáticos, geomorfológicos y geoquímicas que están presente en los sistemas acuáticos subterráneos y superficiales del lugar donde es muestreado (Velasquez, 2024).

Parámetros físico-químicos para la evaluación

De acuerdo al D.S N° 004-2017-MINAM se basa la evaluación en donde se estipula bajo las normativas de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en el Perú.

Temperatura

Las características de las masas de agua pueden variar y perjudicar y/o beneficiar a la vida acuática y así poder mantener en equilibrio. y es necesario mantener dentro de la normativa de los LMP y de esa manera poder asegurar que los cambios bruscos de la temperatura no causen ningún daño y perjudiquen al ecosistema de la flora y fauna en los cuerpos de agua.

Oxígeno disuelto

Es esencial para que un ecosistema pueda desarrollarse con normalidad y asegurando el bienestar de los seres que interactúan en los cuerpos de agua. Uno de los indicios de contaminación acuática es donde el nivel de oxígeno baja a niveles considerables, por consiguiente los seres que dependen de los cuerpos de agua sufren cambios negativos que afectan su supervivencia.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Indica el porcentaje de oxígeno requerido para poder realizar su trabajo de descomponer los residuos orgánicos que se encuentren en los cuerpos de agua.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Indica el porcentaje del elemento de oxígeno que se necesita para realizar la oxidación de determinadas sustancias que se encuentran en los cuerpos de agua.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Son residuos microbianos que se encuentran en los cuerpos de agua. Y la gran cantidad de SST alteran la visibilidad dentro del agua y afectan negativamente los ecosistemas acuáticos.

Sólidos disueltos totales (SDT)

Se refiere a los residuos físicos que normalmente se encuentran en los efluentes acuáticos y cuerpos de agua.

Nutrientes (nitrógeno y fósforo)

Son de vital importancia para asegurar un buen crecimiento de la fauna acuática, sin embargo, en cantidades mayores podrían causar daños como la eutrofización, que es el crecimiento excesivo de algas que no es bueno para los ecosistemas acuáticos.

Aguas subterráneas

Son masas de agua que se encuentran en el subsuelo, se originan por aguas de las precipitaciones pluviales, reservas de nieve, lagos, lagunas y ríos, lo cual se almacena producto de la misma gravedad y fisiografía, dando lugar a los denominados bolsones de agua subterránea (Avila, 2024). Asimismo, según (Avila, 2024), son ubicadas a poca profundidad, lo encontramos en fracturas de rocas y masas riolíticas, sin embargo, en zonas secas lo encontramos a muchos metros de profundidad que en algunos casos son alimentadas por precipitaciones, excepto las aguas connatas (sedimentarias) y juveniles (magmáticas). En su composición tenemos varias capas y en distinta profundidad de grava, arenas y rocas que son ideales para contener el agua subterránea, siendo aprovechado y usado en los pozos artesianos.

Desde una perspectiva de índole económico la obtención de aguas obtenidas del subsuelo mediante pozos sale barato, puesto que para la construcción no requiere de sistemas complejos de construcción y/o dirección, sin embargo, es propensa a la contaminación y la explotación excesiva (Marca, 2023).

La escorrentía superficial es un hecho físico que trata de suprimir el agua de lluvia a través de los canales de desagüe para que pueda llegar a su destino final que es la red

fluvial. El proceso de drenaje es un aspecto fundamental que significa el traslado y movimiento del agua.(huaroto, 2022).

Los cuerpos de agua del subsuelo son definidos como masas de agua que se ubican en espacios huecos debajo del subsuelo. Un aproximado del 40% viene a ser extracciones y su importancia debido al agua dulce en ríos, lagos y humedales. Su importancia para las personas porque muchos de ellos dependen del agua subterránea como fuente de consumo humano y riego, principalmente en temporadas de sequía y más aún por el cambio climático, su abundancia y distribución siguen siendo inciertas (Romero, 2024).

Las aguas subterráneas producto del proceso de infiltración, es decir, lo podemos encontrar en el subsuelo, específicamente en los espacios vacíos, fracturas y cavidades del material consolidado, lo que muestra una mayor fuente de agua dulce que es de fácil acceso en el planeta (Camacho, 2020).

La obtención de las aguas subterráneas es por medio de pozos y manantiales, que permite su aprovechamiento del agua dulce, para los sembríos, el ganado y las industrias. El pozo un agujero de distinto diámetro en la corteza terrestre que tiene un diámetro que normalmente varía entre dos y tres metros, donde se forma pequeñas masas de agua lo cual se puede extraer para su consumo, en cambio los manantiales son aquellos donde el nivel de agua sobresale a la superficie de la tierra, donde se genera la fluidez natural y constante de agua subterránea (Camacho, 2020).

El agua subterránea o agua subsuperficial, originado por un proceso de filtración de la parte externa del suelo, donde con la ayuda del proceso de la gravedad se almacena en los espacios porosos, formaciones geológicas. También, se pueden ubicar en zonas rocosas agrietadas de consistencia dura. Siendo el agua importante en el ciclo hidrológico, lo que refiere una circulación continua del elemento hídrico ocasionando diferentes deformaciones en los suelos (Apaza, 2024).

2.1.7. CONTEXTO SOCIAL, POLÍTICO AMBIENTAL DE LA AGUAS SUBTERRÁNEAS

Los cuerpos de agua dulce son la recolección fluvial y agua subterránea. En la actualidad el déficit hídrico en cuanto a las aguas subterráneas es un problema preocupante a nivel

mundial. En muchos acuíferos del mundo se muestra la evidente escasez y déficit de aguas subterráneas, todo ello a consecuencia de la sobreexplotación de aguas subterráneas y las eminentes sequías (Romero, 2024).

En la sociedad contemporánea, la disminución del nivel de aguas subterráneas es preocupante ya que el futuro está amenazado para poder sufrir la resiliencia hídrica. Sumando a los problemas también existen afecciones socio ecológicas a consecuencia de pérdidas de agua subterránea. Esto incluye las limitaciones en cuanto la escasez lo que conlleva a la pérdida de ecosistemas que dependen directamente de las aguas subterráneas como los arroyos y manantiales. El agua limitada para fines domésticos, aparición de desigualdades sociales. conflictos sociales (Romero, 2024).

Efectos potencialmente perjudiciales y la urgencia de realizar una programación conjunta de las fuentes de agua y las mejores prácticas y un eficiente control de las fuentes de aguas superficiales. Debido que las aguas subterráneas y superficiales pueden verse limitadas a consecuencia del cambio climático y algunos factores que afectan directamente como la evapotranspiración, precipitaciones y factores antropogénicos como la sobreexplotación de uso de aguas subterráneas como excesivo bombeo de aguas subterráneas (Romero, 2024).

La gestión de los recursos hídricos subterráneos y la problemática del control hídrico de las aguas subterráneas, la falta de una arquitectura de control sólida. Las aguas subterráneas son difíciles de poder observar y cuantificar. La difícil tarea de poder cuantificar las aguas subterráneas en cuanto a su recarga y como el cambio climático limita la extracción de agua. Se han empleado modelos de la disponibilidad de datos, y la evaluación de los impactos que causa la extracción en los sistemas acuíferos que ahora se aborda mediante observaciones por satélite (Romero, 2024).

2.1.8. CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

La calidad del agua obtenida del subsuelo es un aspecto muy importante en el uso seguro de este recurso con miras al futuro, como lo es para consumo humano, la agricultura, etc. Sin embargo, el proceso de urbanización e industrialización es un factor

negativo que viene contaminando las aguas subterráneas debido a los efluentes industriales y las aguas servidas que vierten directamente a las cuencas.

La calidad de aguas del subsuelo está controlada por la mineralogía. El 90% es carga disuelta que está compuesta de seis especies principales: calcio, magnesio, sodio, sulfato, bicarbonato y cloruro. Se infiltra agua dulce de lluvia (1 parte por millón (ppm) de sólidos disueltos) en una zona donde su descomposición bacteriana produce dióxido de carbono. Cuanto el contacto es más prolongado los minerales tienden a disolverse más lento. y ese proceso hace que las aguas obtenidas del subsuelo sean parecidas a las aguas del mar conteniendo gran cantidad de sodio y cloruro (Romero, 2024).

2.1.11. CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

Las razones más comunes de la polución de los cuerpos de aguas que se obtienen del subsuelo son por actividades antropogénicas. Es producido a inicios del Holoceno, que data de unos 10.000 años, desde el momento que la humanidad se hizo sedentaria y empezó a establecerse en aldeas y el ejercicio de la agricultura. A causa de eso se liberó gran cantidad de nitrógeno en las aguas subterráneas y también hubo proliferación de patógenos microbianos y bacterias en los acuíferos. Con la expansión de la agricultura y la urbanización la contaminación se acrecienta (Romero 2024). Por otro lado, la causa de que las aguas subterráneas están contaminadas es debido al bajo caudal existente en los acuíferos.

La industria es uno de los rubros que perjudica las aguas subterráneas, las civilizaciones que se dedicaban a la extracción de piedras preciosas en su ejecución liberaron gran cantidad de materia inorgánica en las masas de aguas subterráneas. La revolución industrial responsable del vertimiento de desechos petroquímicos y farmacéuticos, como también desechos orgánicos, como alquitranes, fenoles, aceites y mezclas complejas de productos químicos orgánicos sintéticos. Los años 50, el crecimiento demográfico y la explotación extensiva de este recurso hídrico aumentó en gran escala la contaminación de las aguas subterráneas. Una explotación excesiva reduce el nivel freático y a causa de este acontecimiento puede surgir reducción del agua superficial, hundimientos de suelos

e incluso desgaste de la calidad de aguas obtenidas del subsuelo. Estos cambios aumentan la infiltración de aguas. También la mezcla de diferentes calidades de aguas afecta las propiedades físico, químicas y microbiológicas de los cuerpos de agua (Romero 2024).

Clasificamos los contaminantes de las aguas subterráneas en dos grupos cuales son: biológicos y químicos. En este último podemos clasificar en subgrupos: inorgánicos y orgánicos. Entre los contaminantes biológicos están las bacterias, virus y parásitos encontradas en el agua y responsable de distintas enfermedades (Romero, 2024).

2.1.12. LA DUREZA EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

El agua subterránea es un elemento esencial para la supervivencia humana y diferentes usos en el agro. El proceso de lixiviación de diferentes especies de rocas naturales, minerales y perfiles del suelo durante el proceso de extracción y actividades agrícolas da como resultado una contaminación peligrosa de los recursos hídricos (Romero 2024).

2.1.13. IMPORTANCIA DEL AGUA SUBTERRÁNEA.

Conceptualizó por ser un elemento que se puede reutilizar y por la existencia de porcentajes altos en el planeta, siempre en cuando sea gestionado con responsabilidad puesto que es imprescindible para la humanidad. Una ventaja en cuanto a las aguas subterráneas es que su obtención es de fácil acceso y no necesita mucha inversión a diferencia del agua superficial. Su implementación es de corto periodo y muy eficiente. A razón de ello, una proyección eficiente y que pueda sostenerse de las masas de agua del subsuelo coadyuva a un buen progreso social, económico y beneficio para la salud de la población (Apaza, 2024).

2.1.14. CLASIFICACIÓN

Formas de clasificar el agua subterránea, pero enfatizamos a algunas más conocidas en el ciclo hidrológico:

Aguas meteóricas

Se refiere a las moléculas de agua que por el efecto de la gravedad se filtran en la corteza terrestre y son usados por la vegetación, absorbiendo para beneficio propio y

posterior hacen uso esa energía para realizar su proceso de transpiración en el medio ambiente y lugares cercanos a las cuencas, efluentes, manantes, lagos etc.

Aguas fósiles

Son cuerpos de agua de origen salada que están agrupados en proporciones relativamente grandes, esto se debe a la aglomeración geológica, y directamente no tienen función alguna en el ciclo hidrológico.

Aguas juveniles o magmáticas

Son aguas que se originan en lugares relativamente que están a varios kilómetros de la corteza terrestre, que en momentos atípicos suelen interactuar en el proceso del ciclo hidrológico. Como, por ejemplo, en las erupciones volcánicas o en los lugares donde se encuentran los géiseres.

Aguas edáficas

Son cuerpos de agua que pueden ser usados específicamente por la vegetación, debido a que se ubican en el lugar donde se realiza el proceso de aireación de la capa terrestre. Las aguas se encuentran embalsadas por la misma pared que el suelo forma, esencialmente las aguas que se encuentran en estos lugares cumplen una función importante que es el abastecer agua a las plantas que se encuentran a esta altura de la corteza terrestre.

Aguas freáticas

Estas aguas se encuentran en lugares de saturación de las capas terrestres , en el momento que se realiza la extracción a la superficie es propenso a cambios físico, químico, microbiológico a causa de la intervención humana (Avila 2024).

2.1.15. TIPOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (POZOS)

Pozos artesianos

Son caracterizadas porque poseen un manto cautivo de cuerpos de agua, debido a que esta se encuentra por encima del nivel de los pozos, así fluyendo libremente ya que el agua alcanza el grado que está al nivel donde se origina el cuerpo de agua no se necesita de ningún tipo de energía para acceder al agua (Avila, 2024).

Pozos artesanales

Son excavaciones en los suelos con la finalidad de alcanzar el agua subterránea, haciendo uso de herramientas manuales. La longitud en la profundidad de estos pozos artesanales garantiza el nivel freático a alcance (Gamarra, 2024).

Pozos tubulares

Son obras ejecutadas con apoyo de la tecnología, para lograr el propósito de alcanzar profundidades y dar con el cuerpo de agua, para ello varían las circunferencias y a diferencia de los artesanales es necesario el uso de fuerza y energía para poder llevar a la superficie el agua (Esparza 2020). Normalmente para ese trabajo se hace uso de las bombas de succión para su diseño se necesita de un estudio de hidrogeología y los cálculos del volumen que aporta el pozo como lo señala (Ávila, 2024).

2.1.16 .C

Temperatura.

La temperatura no varía mucho, sin embargo, la variación está en función al nivel atmosférico un aumento respecto a la profundidad y los rasgos geológicos, como fallas, fracturas y zonas hidrotermales de las actividades volcánicas que pueden variar en la calidad en cuanto a las temperaturas subterránea (Reveles, 2022). Los cambios en cuanto a las temperaturas son a causa de la energía contenida en la masa de agua que es un factor abiótico regulador de los procesos vitales para los microorganismos. La variación de ciertos parámetros puede afectar las propiedades químicas y físicas en un ecosistema. la importancia de la temperatura en el oxígeno disuelto que podría influir en la temperatura, causando cambios en el consumo de los organismos (Méndez, 2024) .

Potencial de hidrógeno – pH.

Denota la cantidad numérica de iones de hidrógeno presentes en un cuerpo de agua. Lo podemos visualizar por medio de una recta con valores que van desde 0 a 14. En aguas que contienen una temperatura 25°C y un pH=7 se deduce que hay neutralidad. Los valores de pH, que son idóneos para la proliferación óptima de los seres vivos en

ecosistemas acuáticos son de 6.5 a 8.5, el agua de mar tiene valores de 7.5 a 8 (Reveles 2022).

Conductividad eléctrica.

Se conceptualiza como la cualidad del agua para conducir electricidad. Tiene una relación directa del contenido de iones disueltos en el agua, que depende de la temperatura, ya que a temperaturas altas los iones presentan mayor disolución. La conductividad, nos ayuda a determinar los iones en aguas de composición química y también la distribución de aniones y cationes (Reveles, 2022).

Oxígeno disuelto.

Es el grado de solubilidad de iones inestables en cuanto al cambio de su valencia, realiza una misión especial y necesaria en el proceso de metabolizar a los microorganismos. Sin la presencia en el medio se define que está en condiciones anaeróbicas. La necesidad de oxidar es una acción importante de las materias que pueden realizar el proceso de la oxidar la materia orgánica, $Fe + 2$, NH_4^{2++} , NO , así como por acción biológica siendo esta, la más común (Reveles, 2022).

Alcalinidad.

Los efectos producidos por los carbonatos, bicarbonatos, hidróxidos, sulfatos, cloruros y en pocas veces por boratos, silicatos y fosfatos en el agua, es indicativo de un pH con el aumento de cantidades fijas de ácido. Se refiere a la cualidad de neutralizar ácidos (Reveles, 2022).

2.2. MARCO NORMATIVO

2.2.1. DECRETO SUPREMO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental – Lima: Ministerio de Salud; 2011.

El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, según el Decreto Supremo número 031/2010/S. A, perteneciente al 2011. En este reglamento, el Ministerio de Salud estipula los LMP para parámetros, tales que actualmente están en plena

vigencia y son parámetros que se debe de cumplir a cabalidad. La razón de los límites son necesarios e importantes para poder brindar salubridad y seguridad a la población que hace uso de este elemento.

El artículo 02, inciso 22 de la Constitución Política del Perú de 1993 establece que el deber principal del Estado es garantizar el derecho de todas las personas a un medio ambiente sano y equilibrado para promover el desarrollo integral de la humanidad.

Normativa legal

Ley de los recursos hídricos N.º 29338, regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a ésta. Decreto legislativo N° 1185, es necesario aprobar medidas que permitan garantizar las reservas de aguas subterráneas y su calidad.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. AGUA.

Considerado como el líquido vital y la gran cantidad que se encuentra en nuestro planeta. sus características, es transparente e inoloro en su forma de presentación pura. Es necesario para todo ser viviente para su supervivencia y poder desarrollarse de manera íntegra, su estructura química se conforma de un átomo de oxígeno y dos átomos de hidrógeno (Apaza, 2024).

2.3.2. AGUA POTABLE.

Es el líquido elemento ya tratada con el fin de eliminar todo contaminante y microorganismos que sea una amenaza a la salubridad. El agua que pasa por el proceso de potabilización debe estar dentro de los parámetros sanitarios, en cuanto a sustancias físico, químico y microbiológico (Apaza, 2024).

2.3.3. AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El líquido elemento es considerado apto para el consumo humano, siempre en cuando haya pasado por diferentes procesos de tratamiento antes de poder ser consumido o usado para alguna otra actividad (Ccapa, 2024).

2.3.4. AGUA SUBTERRÁNEA.

Son cuerpos de agua que son encontradas en el subsuelo. Se deben a las fallas naturales donde existen suelos porosos o de fácil permeabilidad donde se capturan los cuerpos de agua. La formación de estos cuerpos de agua es el proceso de la infiltración y aguas que provienen de los nevados, que se van filtrando al subsuelo por medio de los suelos arenosos que permiten la rápida permeabilidad. Las aguas subterráneas son almacenamientos de agua de gran importancia, debido a que son cuerpos de agua dulce, la pérdida de agua frente factores como la evapotranspiración o por la contaminación es mínima (Apaza, 2024).

Calidad.

Son estándares de manera que se cumple con los estándares y parámetros que se rige bajo norma. Con la finalidad de poder satisfacer los requerimientos que el usuario necesite (Organización Mundial de la Salud).

Calidad del agua

Se refiere a las características físico químico y biológicas que deben cumplirse para que el agua a suministrar sea saludable y segura (Avila, 2024).

Pozo excavado.

Estas estructuras son construidas manualmente o mecánicamente en la tierra hasta alcanzar las capas de agua subterránea. La finalidad es poder tener acceso a fuentes de agua de pozo para abastecerse de agua para diferentes propósitos (Apaza, 2024).

Límite máximo permisible – LMP

Son valores máximos que son permitidos bajo norma, de sustancias que se encuentran en un lugar, como el agua, todo ello está establecido bajo normas y parámetros para brindar la protección a la población humana. y los ecosistemas existentes. Los límites se basan en estudios científicos y la salud (Decreto Supremo número 031/2010/S.A.).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La comunidad de Limacucho está ubicada en el Distrito de Caracoto, provincia de San Román de la región de Puno, los puntos ubicados se plasman en coordenadas UTM 389315 mE/ 8289764Mn en cuanto a la altura aproximada es de 3855.75 msnm. Se encuentra a una temperatura que varía entre los 3°C en temporada de frío que son la temporada de invierno, y llegando a los 15°C en los tiempos más calurosos que es la temporada de verano, y obtenemos en promedio una media de 7°C en todo un año calendario, y en cuanto a las precipitaciones pluviales tenemos un promedio de 400 a 688.33 mm. Coordenada Pozo 389312mE / 8289771mN de la Población beneficiaria.

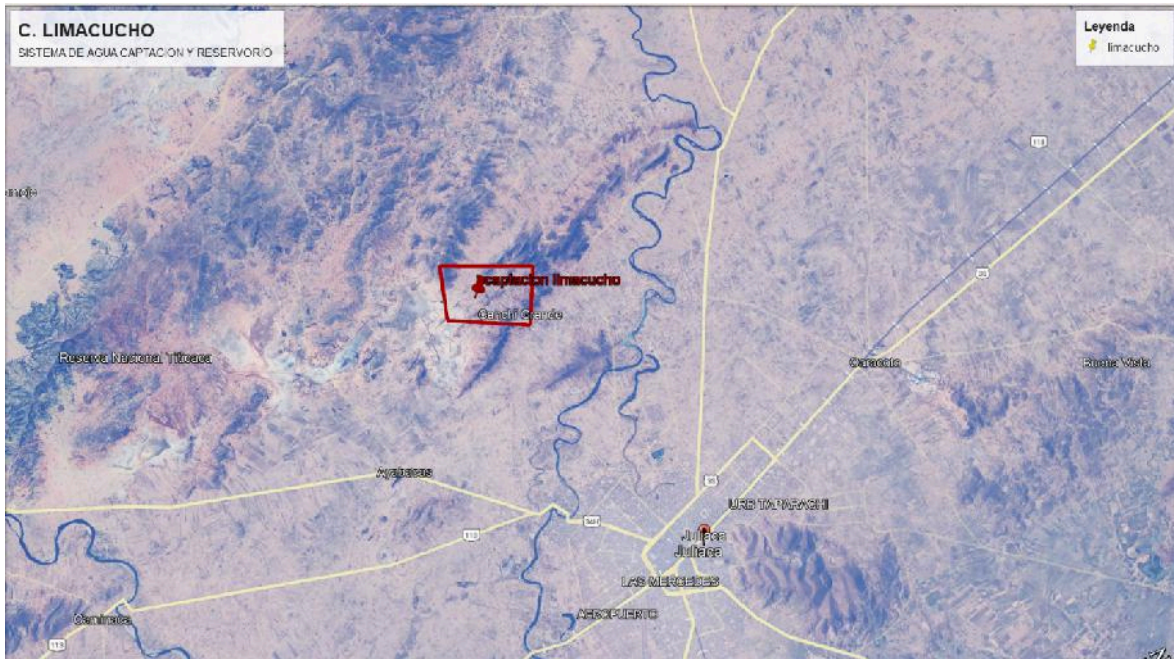


Figura 01: Ubicación de la comunidad de Limacucho respecto al distrito de Caracoto.

Fuente: Google Earth.



Figura 02: Ubicación de la captación de agua de la comunidad de Limacucho.

Fuente: Google Earth

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Estuvo constituido por 01 pozo subterráneo, 01 reservorio, 01 muestra de las viviendas primera, intermedio, última donde se analizó parámetros Microbiológicos, Organolépticos y Físico Químico, según el DS N° 031-2010-SA

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

El método usado para el tipo de calidad de agua del pozo, se pudo comprobar a través de estudios de laboratorio.

3.3.1. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

3.3.1.1 Primer objetivo:

Determinar los parámetros microbiológicos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026.

Se efectuó el muestreo de agua de pozo para determinar sus parámetros microbiológicos, Para ello se realizó un protocolo técnico riguroso que asegure la representatividad y confiabilidad de los resultados. A continuación, te detallo el protocolo general basado en la normativa de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Perú y normas internacionales (como la NTP ISO 5667 y guías del MINAM):

Para realizar un muestreo de agua de pozo se determinó sus parámetros físico químicos conforme a las directrices de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Perú, se efectuó el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos".

- Asegurar la representatividad y calidad de las muestras de agua para análisis fisicoquímicos, siguiendo las normas y procedimientos establecidos por la Autoridad Nacional del Agua.
- Materiales necesarios
- Frascos de muestreo (preferiblemente de vidrio o plástico de boca ancha, con tapa hermética)
- Guantes de látex o nitrilo
- Etiquetas y marcadores permanentes
- Equipo de protección personal (EPP)

- Bolsa isotérmica o caja con hielo
- Termómetro
- Guantes y protección ocular
- Procedimiento para la toma de muestra
- Preparación previa
- Verificar que los frascos estén limpios y libres de residuos.
- Etiquetar las muestras con fecha, hora, lugar, tipo de muestra y responsable.
- Preparar el equipo de protección personal y materiales necesarios.
- Selección del punto de muestreo
- Elegir un punto representativo, evitando zonas con contaminación visible o cercanía a fuentes de contaminación local.
- Asegurarse de que el equipo de muestreo esté limpio y seco.
- Toma de la muestra
- Para muestras en cuerpos de agua superficiales:
 - Sumergir el frasco boca abajo, sin tocar las paredes internas.
 - Llenar el frasco aproximadamente a $\frac{3}{4}$, dejando espacio para cierre.
 - Voltar el frasco y cerrar herméticamente sin permitir que entre aire o contaminantes.
- Para muestras en tuberías o fuentes específicas:
 - Lavar el frasco con agua del sitio de muestreo antes de llenarlo.
 - Abrir la llave o válvula y llenar el frasco sin tocar las paredes internas.
- Manejo y conservación
- Mantener la muestra en condiciones de frío (refrigeración a 4°C) durante el transporte.
- Evitar la exposición a la luz y golpes que puedan alterar los resultados.
- Transportar las muestras en una bolsa o caja con hielo o refrigeración al laboratorio en un máximo de 24 horas.
- Registrar todos los datos en la ficha de campo.

3.3.1.2. Segundo objetivo:

Determinar los parámetros organolépticos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2026.

Para la toma de muestras de agua con fines organolépticos, se prosiguió tal cual indica las directrices de la Autoridad Nacional del Agua (ANA):

- Planificación y Preparación
- Determinar el punto de muestreo según la finalidad del análisis.
- Verificar que el equipo y los materiales estén limpios y libres de contaminantes.
- Utilizar recipientes adecuados, estériles y de tamaño apropiado (generalmente de 250 mL a 1 L).
- Materiales Necesarios
- Recipientes estériles para muestras microbiológicas.
- Guantes desechables.
- Marcador permanente para identificación.
- Alcohol o solución desinfectante para limpieza de manos y superficies.
- Etiquetas para identificación de la muestra.
- Bolsa o caja aislante con hielo o refrigeración (2-8°C).
- Procedimiento de Toma de Muestra
- Limpieza del área: Limpiar la zona de toma con alcohol o solución desinfectante.
- Preparación del recipiente: Abrir el recipiente sin tocar la boca para evitar contaminaciones.
- Toma de la muestra:
- Si es un punto de superficie, sumergir la boca del recipiente en el agua sin tocar las paredes o fondo.
- Para aguas subterráneas o pozos, realizar un bombeo previo para estabilizar la muestra, y luego llenar el recipiente dejando un espacio libre.
- Para cuerpos de agua abiertos, sumergir el recipiente en la corriente o agua superficial, evitando manipular el interior.

- Sellado: Tapar inmediatamente el recipiente sin tocar la boca y asegurarse que esté bien cerrado.
- Identificación y Transporte
- Etiquetar claramente con datos como: fecha, hora, lugar, tipo de agua, nombre del responsable.
- Mantener la muestra en condiciones de refrigeración (2-8°C) y transportarla al laboratorio en un plazo máximo de 6 horas para evitar alteraciones en los microorganismos.
- Registro y Documentación
- Completar la ficha de muestreo con toda la información relevante.
- Registrar cualquier observación durante la toma (condiciones del agua, clima, accesos).
- Consideraciones Adicionales
- Evitar contaminaciones cruzadas entre muestras.
- No contaminarlas con manos, objetos no estériles o superficies contaminadas.
- Realizar varias tomas si es necesario para garantizar representatividad.
- Este protocolo asegura que las muestras microbiológicas sean representativas y confiables para su análisis, permitiendo la adecuada evaluación de la calidad microbiológica del agua según los estándares de la ANA.

3.3.1.3. Tercer objetivo:

Determinar calidad del agua de pozo para consumo humano según el parámetro físico químico de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto 2026.

La calidad de agua de pozo según ANA se evaluó usando: ECA para Agua – D.S. 004-2017-MINAM Estándares que clasifican la calidad del agua superficial y subterránea.

El agua de pozo se comparó con el ECA para Agua – Categoría 1: Poblacional y Recreacional / Subcategoría A1: Abastecimiento para Consumo Humano con Tratamiento Convencional.

Procedimiento para determinar la calidad del agua de pozo según ANA

Muestreo

El muestreo siguió los protocolos ANA o ISO 5667 (agua subterránea).

Bombear el pozo hasta estabilizar parámetros in situ (pH, CE, temperatura).

Se hizo uso de envases adecuados según parámetro (frascos ámbar, etc.)

Envío a laboratorio

El laboratorio de la carrera profesional de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Altiplano fue quien se encargó de analizar las muestras. Es el centro acreditado para análisis de Físico Químico.

Analizar todos los inorgánicos del LMP – Uso 1.

Comparación con los LMP

Para cada resultado, comparar con los LMP

La Clasificación:

Cumple → El agua es apta como “fuente para tratamiento LP/convencional”.

No cumple → Indica riesgo geogénico o antropogénico; requiere tratamiento avanzado o alternativas.

Evaluación de riesgos

Determinar si la contaminación es:

natural (geológica), agrícola (nitratos), industrial o minera (metales pesados).

Recomendación de tratamiento

Metales pesados: ósmosis inversa, intercambio iónico, adsorción (alúmina activada).

Nitratos: resinas aniónicas o RO.

Hierro y manganeso: aireación + filtración con arena verde, Birm, u oxidación.

3.3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

- Cuaderno de apuntes.
- Bolsas y guantes descartables.
- Tablero para apuntes.
- Lápiz, lapicero, plumón de tinta indeleble.
- Mascarilla quirúrgica.

- Mapa y georreferenciación de la zona.

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Microbiológico Coliformes totales, E. coli

Organolépticas Aspecto, Color y Olor.

Físico químico Potencial de hidrógeno, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, Dureza total CaCo₃, Cloruros y sulfatos

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

De tipo no experimental de tipo descriptivo transversal, tiene un enfoque cuantitativo, debido a que se basa en la medición y análisis de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos del agua de pozo, los cuales se expresan numéricamente y haciendo uso de herramientas estadísticas.

El diseño estadístico es de tipo experimental, ya que se realiza la manipulación controlada de determinadas condiciones o tratamientos sobre el agua de pozo, con el fin de evaluar su efecto sobre la calidad del agua.

El estudio es de alcance descriptivo, puesto que busca describir y caracterizar el estado de la calidad del agua de pozo, mediante la evaluación de parámetros como físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos, permitiendo identificar si estos cumplen con los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente.

Asimismo, la investigación presenta un diseño transversal, ya que la recolección de muestras y datos se realiza en un único momento o periodo de tiempo, lo que permite obtener una visión puntual del estado de la calidad del agua de pozo, sin considerar variaciones temporales a largo plazo.

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. EXPOSICION Y ANALISIS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

4.1.1. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DE LA CAPTACIÓN DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.

Tabla 01: Características organolépticas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho distrito de Caracoto 2026.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	RESULTADOS DE LAB.
Aspecto	Líquido
Color	cristalino transparente
Olor	Inodoro

En cuanto a las características organolépticas de la captación de la Comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, determinamos que los valores encontrados están dentro de los LMP. Por lo tanto el agua del reservorio de la Comunidad Limacucho si es apta para consumo humano.

Tabla 02: Características físico químicas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

PARAMETROS FISICO - QUIMICOS	UNIDAD	M-1 CAPTACIÓN	LMP	METODO DE ANALISIS
Potencial de hidrógeno	Ph	7.08	6.5 8.5	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	uS/cm	742.20	1500	Conductímetro
Sólidos totales disueltos	mg/L	383.20	1000	Conductímetro
Dureza total como CaCO ₃	mg/L	275.20	500	volumétrico
Alcalinidad	mg/L	96.20	250	volumétrico
Cloruros como Cl	mg/L	65.95	250	método Mohr
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	54.40	250	Turbidímetro

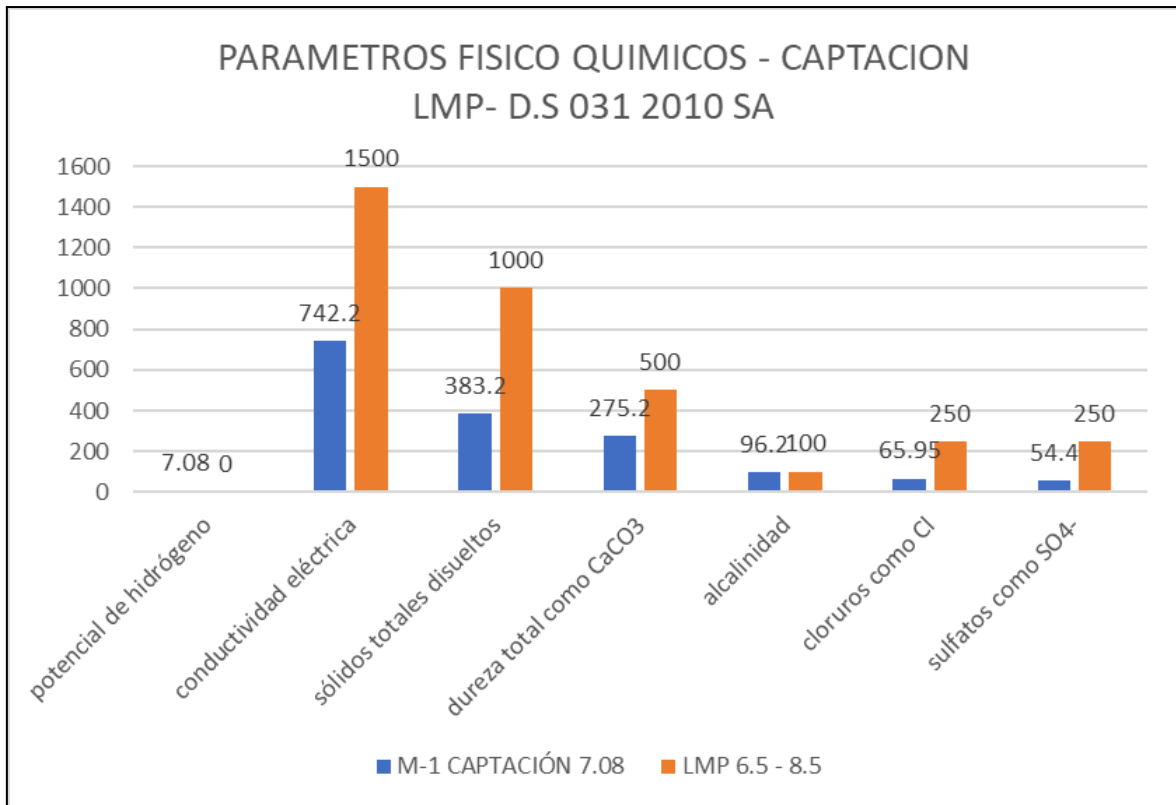


Figura 03: Valores Físico Químico de la captación.

El Potencial de hidrógeno, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, Dureza total como CaCo₃, Alcalinidad, Cloruros como Cl y sulfatos como SO₄⁻ del pozo de captación para consumo humano en la comunidad Limacucho - caracoto 2026.

En la tabla 2 y la figura 3 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores menores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. Por lo tanto el agua de consumo humano de la Comunidad Limacucho es apta para su consumo debido a que los resultados obtenidos están por debajo de los parámetros que lo establecen los LMP.

Tabla 03: Características microbiológicas en el pozo de captación de la Comunidad Limacucho distrito de Caracoto 2026.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD	CAPTACIÓN	LMP	METODO DE ANALISIS
Coliformes totales	NMP/100 ml	7	0	número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100 ml	< 3	0	número más probable

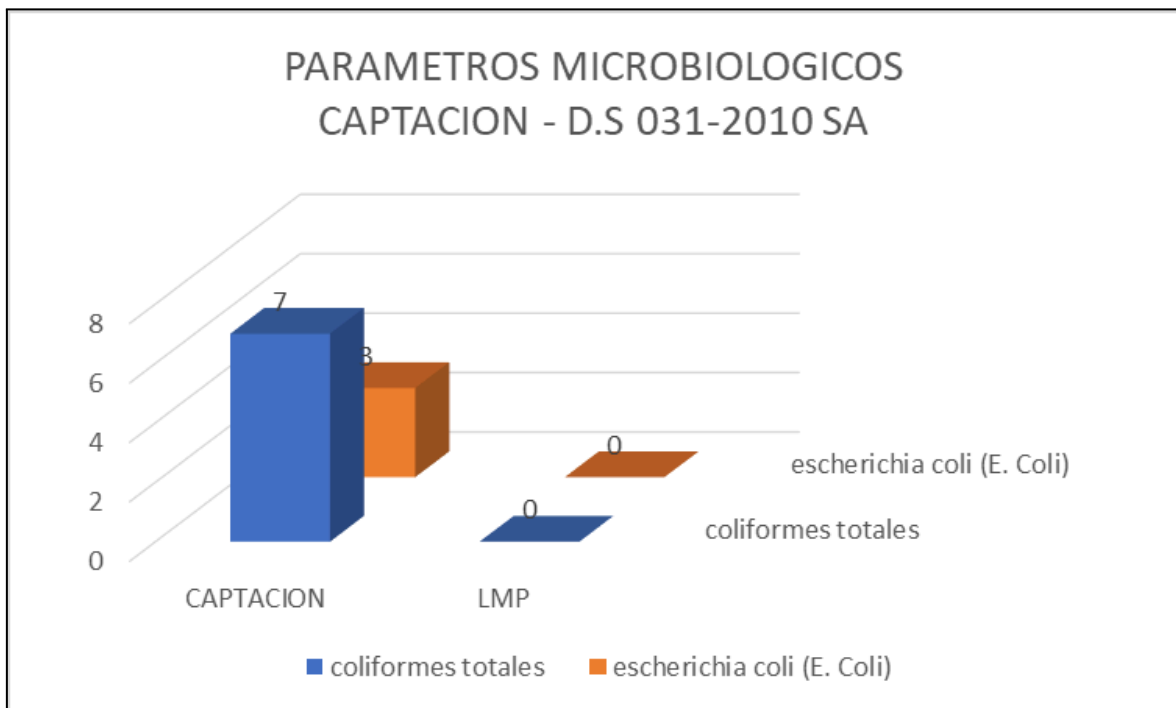


Figura 04: Parámetros microbiológicos de la captación.

Valores de Coliformes totales y Escherichia Coli del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.

En la tabla 3 y la figura 3 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores mayores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. El agua no es

apta para consumo humano debido a que sobrepasa los LMP siendo un peligro para la salud humana.

4.1.2. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DEL RESERVORIO DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.

Tabla 04: Características organolépticas del reservorio de agua de la comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	RESULTADOS DE LAB.
Aspecto	líquido
Color	cristalino transparente
Olor	inodoro

En cuanto a las características organolépticas en el reservorio de la Comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, determinamos que los valores encontrados están dentro de los LMP. Por lo tanto el agua del reservorio de la comunidad limacucho si es apta para consumo humano.

Tabla 05: Características Físico Químicas de agua de pozo en el reservorio de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

PARAMETROS FISICO – QUIMICOS	UNIDAD	M-2 RESERVORIO	LMP	METODO DE ANALISIS
Potencial de hidrógeno	pH	7.80	6.5 8.5	potenciómetro
Conductividad eléctrica	uS/cm	738.40	1500	conductímetro
Sólidos totales disueltos	mg/L	371.50	1000	conductímetro
Dureza total como CaCO ₃	mg/L	268.90	500	volumétrico
Alcalinidad	mg/L	94.50	100	volumétrico
Cloruros como Cl	mg/L	63.40	250	método Mohr
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	51.40	250	Turbidímetro

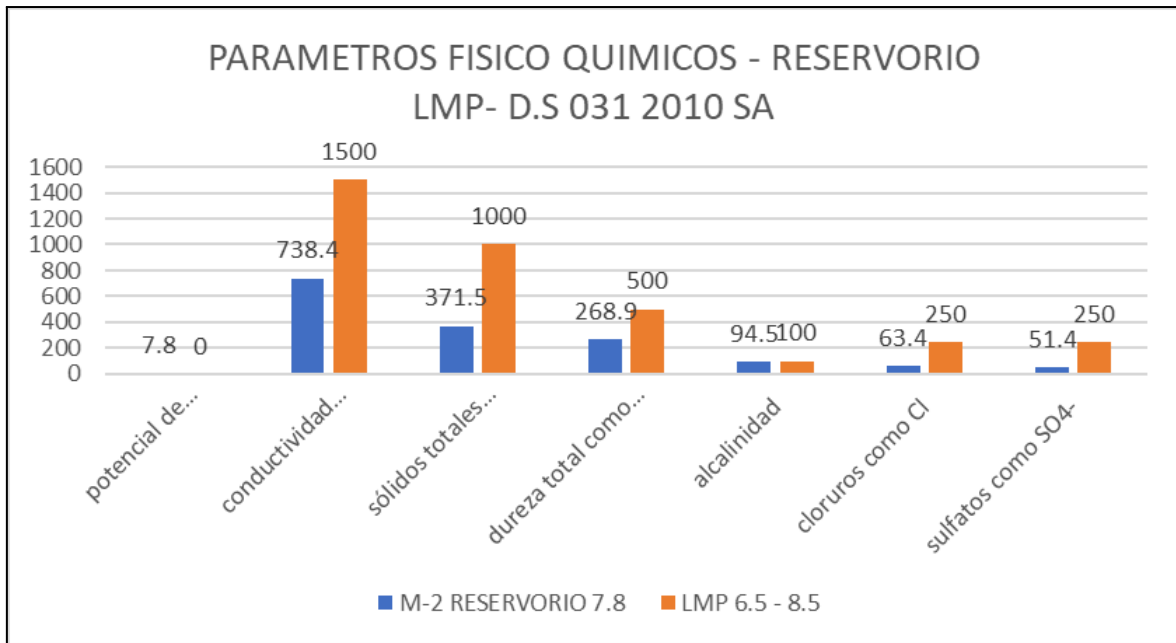


Figura 05: Parametros Fisico Quimicos de Reservorio

Valores de Potencial de hidrógeno, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, Dureza total como CaCO_3 , Alcalinidad, Cloruros como Cl y Sulfatos como SO_4^- del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.

En la tabla 5 y la figura 5 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores menores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. Estando dentro de los parámetros establecidos. por lo tanto el agua del reservorio de la Comunidad Limacucho si es apta para consumo humano.

Tabla 06: Características Microbiológicas de agua de pozo en el reservorio de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD	CAPTACIÓN	LMP	METODO DE ANALISIS
Coliformes totales	NMP/100m	4	0	número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100m	< 3	0	número más probable

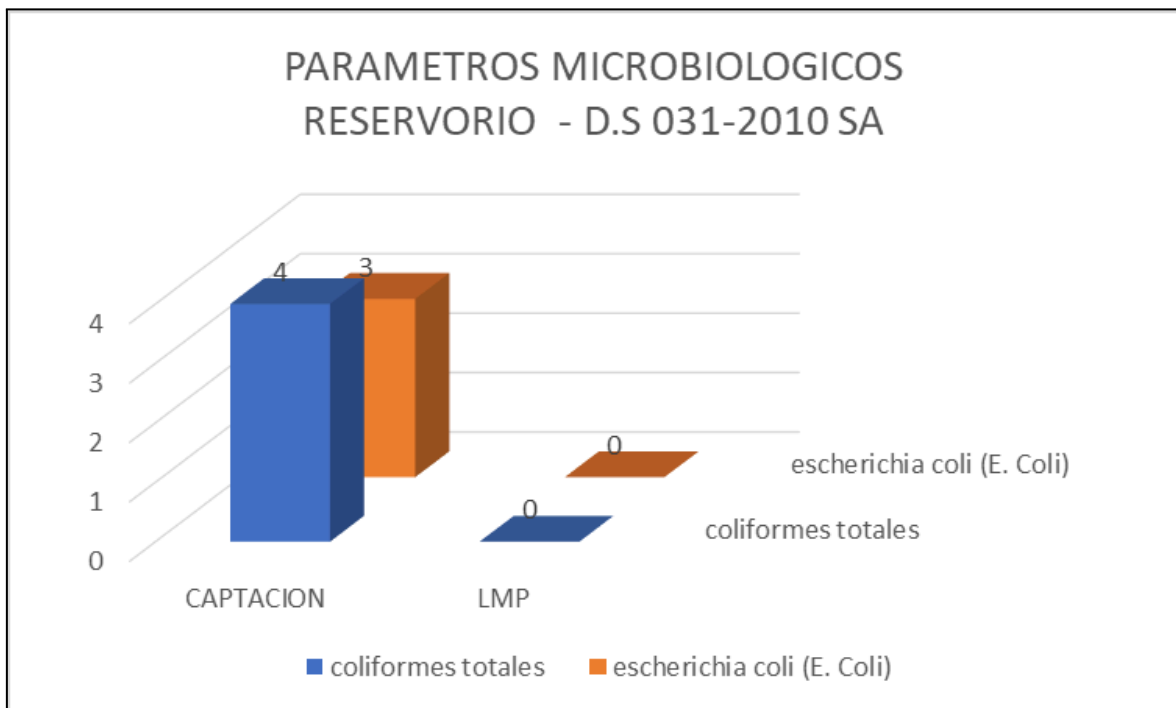


Figura 06: Valores de Coliformes totales y Escherichia Coli del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.

En la tabla 6 y la figura 6 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores mayores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. Estando por encima de los parámetros establecidos. Por lo tanto el agua de la captación de la

comunidad de Limacucho no es apta para consumo por tener valores que sobrepasan los LMP.

4.1.3. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS, ORGANOLÉPTICOS Y FÍSICO QUÍMICO DE LAS VIVIENDAS (PRIMERA, INTERMEDIO Y ÚLTIMA VIVIENDA) DE AGUA DE POZO DE ACUERDO A LOS LMP DEL D.S. N° 031-2010-SA EN LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2026.

Tabla 07: Características organolépticas en las viviendas de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	RESULTADOS DE LAB.
Aspecto	Líquido
Color	cristalino transparente
Olor	Inodoro

En cuanto a las características Organolépticas de las viviendas de la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, se determinó que los valores encontrados están dentro de los LMP. Por lo tanto el agua que llega a las viviendas de la Comunidad Limacucho si es apta para consumo humano.

Tabla 08: Características Físico Químicas de agua de pozo en las viviendas (primera, intermedio y última vivienda) de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS	UNIDAD	M-3 VIVIENDAS	LMP	METODO DE ANALISIS
Potencial de hidrógeno	pH	7.28	6.5 8.5	Potenciómetro
Conductividad eléctrica	uS/cm	735.30	1500	Conductímetro
Sólidos totales disueltos	mg/L	371.10	1000	Conductímetro
Dureza total como CaCO ₃	mg/L	270.10	500	volumétrico
Alcalinidad	mg/L	94.20	100	volumétrico
Cloruros como Cl	mg/L	65.10	250	método Mohr
Sulfatos como SO ₄ ⁻	mg/L	52.80	250	Turbidímetro

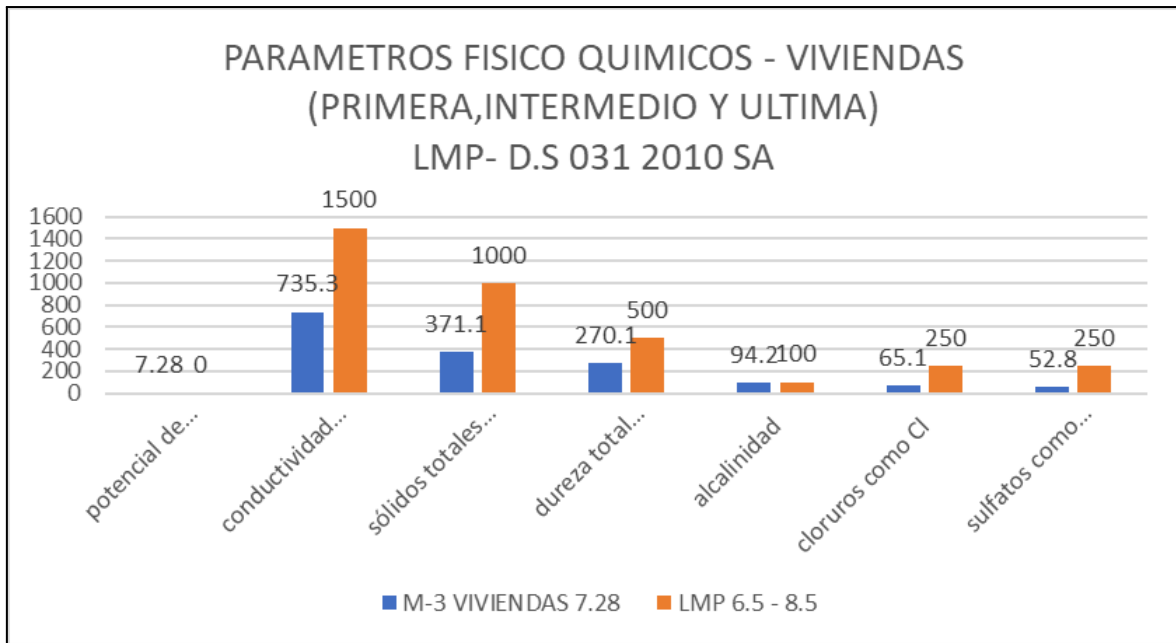


Figura 07: Parámetros Físico Químicos de las viviendas.

Valores de Potencial de hidrógeno, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, Dureza total como CaCo₃, Alcalinidad, Cloruros como Cl y Sulfatos como SO₄⁻ del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.

En la tabla 8 y la figura 7 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores menores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. Estando dentro de los parámetros establecidos. Por lo tanto el agua que llega a las viviendas de la Comunidad de Limacucho si es apta para consumo humano.

Tabla 09: Características Microbiológicas de agua de pozo en las viviendas (primera, intermedio y última) de la Comunidad Limacucho Distrito de Caracoto 2026.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	UNIDAD	CAPTACIÓN	LMP	METODO DE ANALISIS
Coliformes totales	NMP/100m	4	0	número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100m	< 3	0	número más probable

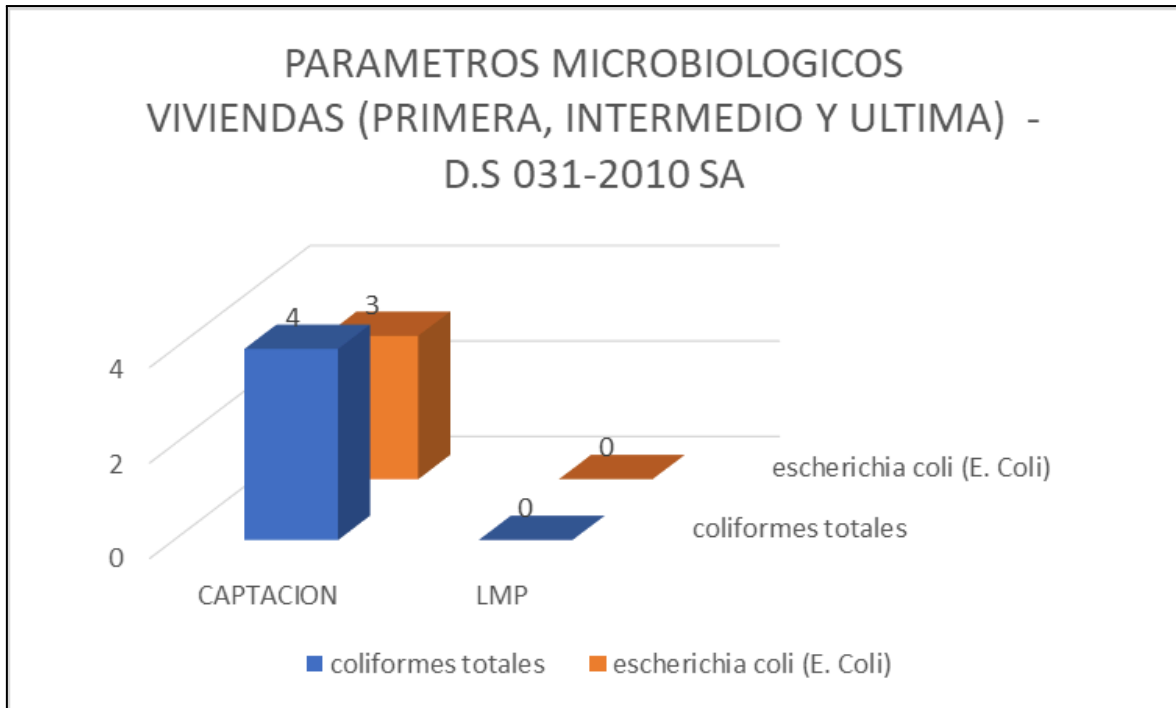


Figura 08: Parámetros Microbiológicos de las viviendas.

Valores de Coliformes totales y Escherichia Coli del pozo de captación para consumo humano en la Comunidad Limacucho - Caracoto 2026.

En la tabla 9 y la figura 8 se representa los valores obtenidos con relación a los LMP, siendo los valores mayores a los LMP de acuerdo a D.S 031- 2010 SA. Estando por encima de los parámetros establecidos. Por lo tanto, el agua que llega a las viviendas de la Comunidad Limacucho no es apta para consumo.

4.2. PROCESO DE LA PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO

4.2.1. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO GENERAL

La calidad del agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, no es apta para consumo humano. Según los resultados generales los parámetros Microbiológicos son cuáles las que están por encima de los LMP y no cumplen según el DS. 031-2010 SA. mencionamos algunas referencias donde se ilustra las evidencias.

En la tabla 03 y figura 04 se ilustra resultados del pozo de Captación, No cumple.

En la tabla 06 y figura 06 se aprecia los resultados del Reservorio, No cumple.

En la tabla 09 y figura 08 se aprecia los resultados de las Viviendas, No cumple.

4.2.2. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 1.

Los resultados de las muestras microbiológicas del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, no cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

Los valores microbiológicos encontrados en el agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, no cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA. Tenemos como referencia la muestra de pozo de Captación, Reservorio y las Viviendas en donde los resultados sobrepasan a los LMP. y por ende no son aptas para el consumo humano.

En la tabla 03 y figura 04 se aprecia que los resultados sobrepasan a los LMP. Respecto al pozo de Captación.

En la tabla 06 y figura 06 se aprecia que los resultados sobrepasan a los LMP. Respecto al Reservorio.

En la tabla 09 y figura 08 se aprecia que los resultados sobrepasan a los LMP. Respecto a las Viviendas.

4.2.3. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 2.

Los parámetros Organolépticos del agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, si cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

Los valores Organolépticos del agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, si cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

En la tabla 01 se aprecia que los resultados están por debajo de los LMP. Respecto al pozo de Captación.

En la tabla 04 se aprecia que los resultados están dentro de los LMP. Respecto al Reservorio.

En la tabla 07 se aprecia que los resultados están por debajo de los LMP. Respecto a las Viviendas.

4.2.4. PRUEBA DE ANÁLISIS DESCRIPTIVO 3.

Los parámetros Físico Químicos de agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, si cumplen con los LMP del D.S. N° 031-2010-SA.

Los valores encontrados en los parámetros Físico Químicos de agua de pozo para consumo humano en la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, si cumplen con los LMP establecidos en el DS. 031-2010 SA.

En la tabla 02 y figura 03 se aprecia que los resultados están por debajo de los LMP. Respecto al pozo de Captación.

En la tabla 05 y figura 05 se aprecia que los resultados están dentro de los LMP. Respecto al Reservorio.

En la tabla 08 y figura 07 se aprecia que los resultados están por debajo de los LMP. Respecto a las Viviendas.

4.2.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de los resultados que se obtuvo de los 03 puntos donde se realizó el muestreo del sistema de agua que se distribuye en la Comunidad Limacucho, donde se obtuvo los siguientes resultados. En cuanto a los parámetros organolépticos: Aspecto, Color y Olor están dentro los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 031-2010- SA.

En los parámetros Físico Químicos donde se determinó: Potencial de hidrógeno, Conductividad eléctrica, Sólidos totales disueltos, Dureza total CaCO₃, Alcalinidad, Cloruros cl⁻, Sulfatos SO₄⁻ de acuerdo a los valores analizados se encuentran dentro de los parámetros según los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 031-2010- SA. Que es quien rige las normas para agua de consumo humano.

Sin embargo, en los parámetros Microbiológicos como: Coliformes totales, Escherichia coli (E. Coli) se determinó que encuentran en niveles por encima de los valores de los Límites Máximos Permisibles según el D.S. N° 031-2010- SA. y son aguas no aptas para el consumo humano.

En la urbanización Magisterial del sector Taparachi - Juliaca, (Apaza 2024), evaluaron 4 pozos de agua para consumo humano, donde obtuvieron concentraciones de Coliformes totales siendo la media de 242.5NMP/100 ml de los 4 pozos, valores que sobrepasan a los resultados de la investigación. Así mismo existen valores mayores dados por (Ccapa 2024), que ejecutó su investigación en el sector Tunuhiri grande en el Centro Poblado de Ichu- Puno, donde encontró cantidades de coliformes totales en 5 pozos de agua hallando los siguientes resultados 75 NMP/100 ml a 50 m, 150 NMP/100 ml, 95 NMP/100 ml, 7.2 NMP/100 ml, 290 NMP/100 ml cada muestra analizada se encuentra a diferente profundidad. Estos resultados fueron obtenidos por (Marca, 2023) Estos resultados obtenidos por (Marca 2023) en la urbanización Magisterial, zona 4 Totorani Alto Puno donde se obtuvo valores altos en las concentraciones de coliformes totales en 4 pozos de agua para consumo humano, 2200 NMP/100 ml, 38 NMP/100 ml, 26 NMP/100 ml, 36000 NMP/100 ml esto debido a las diferencias de las profundidades donde se obtuvieron las muestras.

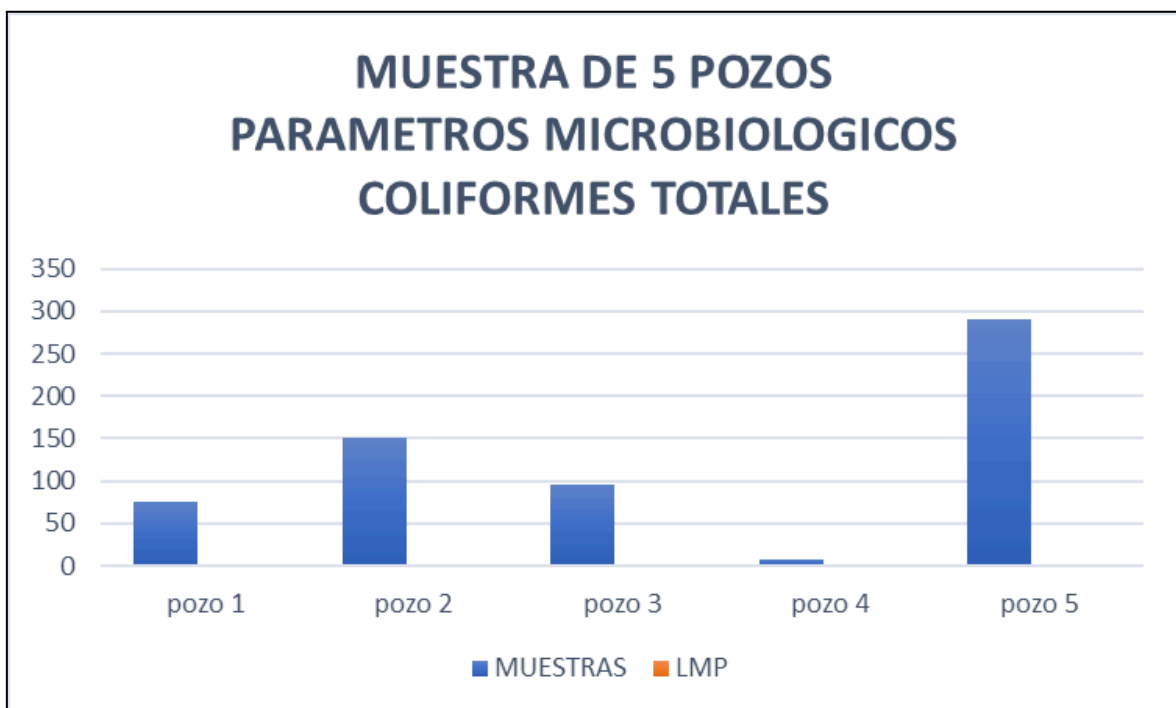


Figura 09: Valores semejantes a la presente investigación de coliformes totales en el agua de pozo para consumo humano del autor Ccapa.

La figura 9 muestra valores de los coliformes totales encontrados en la presente investigación y los resultados hallados en laboratorio por Ccapa. Donde se visualiza que es semejante a los valores que se analizó en los 3 muestreos a uno de sus valores encontrados por el investigador Ccapa.

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, no cumple con todos los parámetros establecidos de acuerdo al DS. 031-2010 SA.

SEGUNDA: Los valores obtenidos acorde a los parámetros Microbiológicos de los LMP según D.S. N° 031-2010-SA del agua de pozo para consumo humano de la Comunidad Limacucho del Distrito de Caracoto, los Coliformes Totales y E.Coli superan en gran medida a los LMP.

Coliformes totales. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA es un tope de 0. Sin embargo en los resultados se observa que supera en un promedio de 5. No apto

Escherichia coli (E.Coli). El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA es un tope de 0. Sin embargo en los resultados se observa que supera en un promedio de 3. No apto

TERCERA: Los valores obtenidos acorde a los parámetros organolépticos de los LMP según D.S. N° 031-2010-SA del agua de pozo para consumo humano de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, como el aspecto, color y olor se encuentran dentro de los parámetros permitidos de la normativa. aspecto líquido, color cristalino transparente y olor a inodoro que demuestra su calidad.

CUARTA: Los valores obtenidos acorde a los parámetros físico químicos de los LMP según D.S. N° 031-2010-SA del agua de pozo para consumo humano según los parámetros Físico Químicos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, como: Potencial de hidrógeno. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N°

031-2010-SA está entre 6.5 - 8.5. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 7.38.

Conductividad eléctrica. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 1500.µS/cm. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 738.4µS/cm.

Sólidos totales disueltos. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 1000 mg/L. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 375.1 mg/L.

Dureza total CaCo₃. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 500 mg/L. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 271 mg/L.

Alcalinidad. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 100 mg/L. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 94.9 mg/L.

Cloruros Cl. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 250 mg/L. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 64.7 mg/L.

Sulfatos SO₄. El valor promedio de los parámetros de LMP según D.S. N° 031-2010-SA está entre 250 mg/L. En los resultados se observa que está por debajo de los LMP alcanzando un promedio de 52.6 mg/L.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. Los entes pertinentes como la Municipalidad Distrital de Caracoto que se encarga de proveer agua de calidad para la Comunidad, deben realizar un adecuado tratamiento y desinfección de las aguas y la realización de los monitoreos constantes con el fin de brindar mejor calidad de agua para consumo humano.

SEGUNDA. La Municipalidad Distrital de Caracoto con la Sub Gerencia de Medio Ambiente y el Área Técnica Municipal deben encargarse del control y supervisión de la calidad de agua para consumo humano en la Comunidad.

TERCERA. Realizar tratamientos convencionales de desinfección y limpieza en el reservorio para poder brindar agua de calidad para consumo humano. y así evitar efectos negativos en la Comunidad.

CUARTA. Efectuar la cloración en el reservorio con hipoclorito de calcio al 65%, con una dosis correcta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aime, Soto Macedo. 2025. «Determinación de la calidad del agua en manantes para su uso y consumo humano en la comunidad Colla anexo Ilo Ilo de la ciudad de Juliaca región Puno».
- Apaza, Estanislao. 2024. «Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en pozos excavados de la urbanización magisterial del sector taparachi - juliaca, 2024». Universidad Privada San Carlos - Puno.
- Avila, Charles Pablo. 2024. «Evaluación de la calidad de agua subterránea para consumo humano, distrito de Paucarcolla, 2022». Universidad Privada San Carlos - Puno.
- Ayllon, Duzely. 2022. «Calidad bacteriológica y físico-química del agua de pozos de consumo humano en el centro poblado chilla del distrito de juliaca-2020». universidad nacional del altiplano.
- Benavides. 2023. «Caracterización del agua de pozos para consumo humano en tres caseríos del cantón San Francisco Amatepe, municipio de San Luis Talpa, departamento de La Paz, El Salvador.» doi:10.5281/Zenodo.10263397.
- Camacho, Christian Orlando. 2020. «Evaluation of the empirical use of shallow groundwater in the Morona-Ecuador canton». Vol. 6, núm. 2, abril-junio 2020, pp. 460-473.
- Cañola, Ruiz. 2024. «Influencia de la calidad del agua del Estero Salado en el crecimiento de la especie de Rhizophora Mangle». Universidad Politécnica Salesiana Sede Guayaquil.
- Ccapa, Lidia cira. 2024. «Calidad del agua para consumo humano del sector tunuhiri grande centro poblado de ichu - puno - 2023». Universidad Privada San Carlos - Puno.
- Contreras, Kenyi Geancarlos. 2021. «Tratamiento de agua de pozo por osmosis inversa para usos en la industria agrícola». Ingeniero Industrial y Comercial, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima.

- Elías, Jorge. 2022. «Evaluación de la Calidad de Agua de los Pozos Sector Porvenir la Caña, Distrito de Virú y su Ulterior Potabilización». <https://web.archive.org/web/20220620020043/https://revistas.infoc.edu.pe/index.php/sendas/article/download/80/188>.
- Escoba, Kristel Yohana. 2024. «Concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua de pozos del centro poblado de Vilcachile, Ilave, 2023.» Universidad Privada San Carlos - Puno.
- Esparza, Jaqueline. 2020. «Calidad del agua de pozo de una comunidad tének en la Huasteca Potosina, México».
- Gamarra, Estreisi Allison. 2024. «Análisis de la eficiencia de un filtro cerámico bañado con plata coloidal en la purificación de un acuífero en el distrito de Chilca, Huancayo-2022». Universidad Continental.
- huaroto, alex. 2022. «Remoción de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno de plantas de tratamiento de aguas residuales en distritos rurales. Huaytará – Huancavelica, 2021 – 2022.» Universidad Nacional de san Cristóbal de Huamanga.
- León, Leandro. 2022. «Evaluación de la calidad del agua del pozo de la comunidad “Soledad” del Municipio II Frente, Santiago de Cuba». *Afinidad. Journal of Chemical Engineering Theoretical and Applied Chemistry* 79(596). doi:10.55815/400728.
- Marca, Juan G. 2023. «Determinación de los parámetros bacteriológicos y fisicoquímicos del agua subterránea para el consumo humano, en la urbanización magisterial, zona 4 totorani alto puno - 2022.» Universidad Privada San Carlos.
- Méndez, Leonardo Román Palacios. 2024. «cultivo de camarón blanco (penaeus vannamei) con agua subterránea en Guasave, Sinaloa». Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

- Mera, John. 2022. «Evaluación de la calidad de agua de pozo de la comunidad El Gramal de la parroquia rural Pueblo Nuevo, Manabí - Ecuador». *Impacto Científico* 17(2):413-30.
- Orihuela. 2024. «Calidad del agua en las zonas de ampliación de redes de distribución de agua potable de la eps "seda huánuco" – sucursal leoncio prado, en el distrito de rupa rupa». Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Reveles, Brianda Patricia. 2022. «Conectividad entre la cuenca superficial y subterránea con el arrecife de la zona norte de Quintana Roo.» Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
- Romero, Aquino. 2024. «Influencia de los parámetros operacionales del proceso de absorción del CO₂ asistida por cavitación hidrodinámica sobre la reducción de la dureza cálcica en aguas subterráneas del distrito de Luyando - 2023». Universidad de Huánuco.
- Silvera, Tancy. 2021. «Estudio para Determinar la Calidad del Agua de Pozo, Mediante los Parámetros Físicos, Químicos y Microbiológicos en la Comunidad de Miramar, Provincia de Colón».
- Soria, Jimmy Américo Caro. 2021. «Calidad de las aguas de pozos artesianos del caserío de santo tomás del distrito de san juan bautista». Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Tacuri, Roxana. 2019. «Determinación de la calidad de agua de pozos artesianos y sus aspectos ambientales asociados, juliaca, puno, 2018». Universidad Nacional de San Agustín.
- Velasquez, Acela. 2024. «Determinación de la variación temporal de la calidad de agua frente a la captación de chimú en el lago Titicaca, Puno 2023.» Universidad Privada San Carlos - Puno.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

TÍTULO: CALIDAD DEL AGUA DE POZO PARA CONSUMO HUMANO DE LA COMUNIDAD LIMACUCHO DISTRITO DE CARACOTO 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2025?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros microbiológicos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?</p> <p>¿Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros organolépticos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?</p> <p>Cuál es la calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros Físico Químicos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto?</p>	<p>Evaluar la calidad del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2025</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar los parámetros microbiológicos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2025</p> <p>Determinar los parámetros organolépticos del agua de pozo para consumo humano en la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto, 2025</p> <p>Determinar calidad del agua de pozo para consumo humano según los parámetros Físico Químicos de la comunidad Limacucho del distrito de Caracoto 2025</p>	<p>UNIVARIABLE</p> <p>CALIDAD DEL AGUA</p>	<p>PARÁMETROS</p> <p>Microbiológicos, Organolépticos,</p> <p>Físico Químico.</p>	<p>DS 031-2010-SA</p> <p>Laboratorio</p>	<p>Diseño de investigación: no experimental de tipo descriptivo transversal</p> <p>Población: 01 Pozo</p> <p>estadística descriptiva</p>

Anexo 02: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Anexo 02: Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos

Parámetros	Unidad de Medida	LMP
1. Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 ml a 35 °C	0(*)
2. E. Coli.	UFC/100 ml a 44.5 °C	0(*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml a 44.5 °C	0(*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/100 ml a 35 °C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC/ml	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias (*)

En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo I.

Anexo 03: Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organolépticos.

	Parámetros	Unidad de Medida	LMP
1.	Olor	—	Aceptable
2.	Sabor	—	Aceptable
3.	Color	UCV escala PT/Co	15
4.	Turbiedad	UNT	5
5.	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6.	Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
7.	Sólidos Totales Disueltos	mg L ⁻¹	1000
8.	Cloruros	mg Cl L ⁻¹	250
9.	Sulfatos	mg SO ₄ L ⁻¹	250
10	Dureza Total	mg Ca CO ₃ L ⁻¹	500
11.	Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
12.	Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
13.	Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
14.	Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
15.	Cobre	mg Cu L ⁻¹	2,0
16.	Zinc	mg Zn L ⁻¹	3,0
17.	Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo II.

Anexo 04: Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

	Parámetros Inorgánicos	Unidad de Medida	Límites Máximos Permisibles
1.	Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2.	Arsénico (Nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3.	Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4.	Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5.	Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6.	Cianuro	mg CN L ⁻¹	0,007
7.	Cloro (Nota 2)	mg L ⁻¹	5
8.	Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9.	Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10.	Cromo Total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11.	Flúor	mg FL ⁻¹	1,000
12.	Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13.	Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14.	Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	3,00 exposición Corta
15.	Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	0,20 Exposición Larga
16.	Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17.	Selenio	mg se L ⁻¹	0,010
18.	Molibdeno	mg MO L ⁻¹	0,07
19.	Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

	Parámetros Inorgánicos	Unidad de Medida	Límites Máximos Permisibles
1.	Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2.	Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mg L ⁻¹	0,01
3.	Aceites y grasas	mg L ⁻¹	0,5
4.	Alacloro	mg L ⁻¹	0,020
5.	Aldicarb	mg L ⁻¹	0,010

6.	Aldrín y dieldrín	mg L ⁻¹	0,00003
7.	Benceno	mg L ⁻¹	0,010
8.	Benceno 8. Clordano (total de isómeros)	mg L ⁻¹	0,0002
9.	DDT (total de isómeros)	mg L ⁻¹	0,001
10.	Endrin	mg L ⁻¹	0,0006
11.	Gamma HCH (lindano)	mg L ⁻¹	0,002
12.	Hexaclorobenceno	mg L ⁻¹	0,001
13.	Heptacloro y heptacloroepóxido	mg L ⁻¹	0,00003
14.	Metoxicloro	mg L ⁻¹	0,020
15.	Pentaclorofenol	mg L ⁻¹	0,009
16.	2,4-D	mg L ⁻¹	0,030
17.	Acilamida	mg L ⁻¹	0,0005
18.	Epiclorhidrina	mg L ⁻¹	0,0004
19.	Cloruro de vinilo	mg L ⁻¹	0,0003
20.	Benzopireno	mg L ⁻¹	0,0007
21.	1,2-dicloroetano	mg L ⁻¹	0,03
22.	Tetracloroetano	mg L ⁻¹	0,04
23.	Monocloramina	mg L ⁻¹	3
24.	Tricloroetano	mg L ⁻¹	0,07
25.	Tetracloruro de carbono	mg L ⁻¹	0,004
26.	Ftalato de di (2-etilhexilo)	mg L ⁻¹	0,008
27.	1,2- Diclorobenceno 28.	mg L ⁻¹	1
28.	1,4- Diclorobenceno	mg L ⁻¹	0,3
29.	1,1- Dicloroetano	mg L ⁻¹	0,03
30.	1,2- Dicloroetano	mg L ⁻¹	0,05
31.	Diclorometano	mg L ⁻¹	0,02
32.	Ácido edético (EDTA)	mg L ⁻¹	0,6
33.	Etilbenceno	mg L ⁻¹	0,3

34.	Hexaclorobutadieno	mg L ⁻¹	0,0006
35.	Ácido Nitrilotriacético	mg L ⁻¹	0,2
36.	Estireno	mg L ⁻¹	0,02
37.	Tolueno	mg L ⁻¹	0,7
38.	Xileno	mg L ⁻¹	0,5
39.	Atrazina	mg L ⁻¹	0,002
40.	Carbofurano	mg L ⁻¹	0,007
41.	Clorotoluron	mg L ⁻¹	0,03
42.	Cianazina	mg L ⁻¹	0,0006
43.	2,4- DB	mg L ⁻¹	0,09
44.	1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mg L ⁻¹	0,001
45.	1,2- Dibromoetano	mg L ⁻¹	0,0004
46.	1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mg L ⁻¹	0,04
47.	1,3- Dicloropropeno	mg L ⁻¹	0,02
48.	Dicloroprop	mg L ⁻¹	0,1
49.	Dimetato	mg L ⁻¹	0,006
50.	Fenoprop	mg L ⁻¹	0,009
51.	Isoproturon	mg L ⁻¹	0,009
52.	MCPA	mg L ⁻¹	0,002
53.	Mecoprop	mg L ⁻¹	0,01
54.	Metolacoloro	mg L ⁻¹	0,01
55.	Molinato	mg L ⁻¹	0,006
56.	Pendimetalina	mg L ⁻¹	0,02
57.	Simazina	mg L ⁻¹	0,002
58.	2,4,5- T	mg L ⁻¹	0,009
59.	Terbutilazina	mg L ⁻¹	0,007
60.	Trifluralina	mg L ⁻¹	0,02
61.	Cloropirifos	mg L ⁻¹	0,03
62.	Piriproxifeno	mg L ⁻¹	0,3

63.	Microcistin-LR	mg L ⁻¹	0,001
64.	Bromato	mg L ⁻¹	0,01
65.	Bromodichlorometano	mg L ⁻¹	0,06
66.	Bromoformo	mg L ⁻¹	0,1
67.	Hidrato de cloral (tricloroacetaldehido)	mg L ⁻¹	0,01
68.	Cloroformo	mg L ⁻¹	0,2
69.	Cloruro de cianógeno (como CN)	mg L ⁻¹	0,07
70.	Dibromoacetnitrilo	mg L ⁻¹	0,1
71.	Dibromoclorometano	mg L ⁻¹	0,05
72.	Dicloroacetato	mg L ⁻¹	0,02
73.	Dicloroacetnitrilol	mg L ⁻¹	0,9
74.	Formaldehido	mg L ⁻¹	0,02
75.	Monocloroacetato	mg L ⁻¹	0,2
76.	Tricloroacetato	mg L ⁻¹	0,2
77.	2,4,6- Triclorofenol	mg L ⁻¹	

Nota 1: En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL⁻¹.

Nota 2: Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL⁻¹.

Nota 3: La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodichlorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{\text{LMP}_{\text{cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{\text{LMP}_{\text{Bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{\text{LMP}_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L.

Fuente: D.S. N° 031-2010-S.A. Anexo III.

Anexo 05: Resultados de los análisis de laboratorio de la UNAP- PUNO



Universidad Nacional del Altiplano
FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD "LCC"



Nº 000392
ORIGINAL

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA CAPTACION
PROCEDENCIA : LIMACUCHO - CARACOTO
INTERESADOS : DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE
MOTIVO : CALIDAD AGUA DE LA CAPTACION
ANÁLISIS : FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
FECHA DE MUESTREO : 19/12/2025, por el interesado (*)
FECHA DE RÉCEP. : 19/12/2025
ANÁLISIS : 19/12/2025
CODIGO DE PAGO : 8009-000893

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
COLOR : Cristalino transparente
OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	M-1 CAPTACION	METODO DE ANÁLISIS
Potencial de Hidrogeno	pH	7.08	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	$\mu S/cm$	742.20	Conductímetro
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	383.20	Conductímetro
Dureza Total como $CaCO_3$	mg/L	275.20	Volumétrico
Alcalinidad	mg/L	96.20	Volumétrico
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	65.95	Método Mohr
Sulfatos como SO_4^{2-}	mg/L	54.40	Turbidimétrico
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Totales	NMP/100ml	7	Número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100ml	< 3	Número más probable

Puno, C.U. 02 de enero del 2026
VºBº



* El LCC-FIQ no garantiza la procedencia ni la buena práctica de toma de la muestra ya que el interesado ingresa la muestra directamente al laboratorio.

Ciudad Universitaria Av. Floral Nº 1153, RESPONSABLE DEL LCC - FIQ - Cel.: 944019993



Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE RESERVORIO

PROCEDENCIA : LIMACUCHO - CARACOTO

INTERESADOS : DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE

MOTIVO : CALIDAD AGUA DE RESERVORIO

ANÁLISIS : FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

FECHA DE MUESTREO : 19/12/2025, por el interesado (*)

FECHA DE RECEP. : 19/12/2025

ANÁLISIS : 19/12/2025

CODIGO DE PAGO : 8009-000893

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Cristalino transparente

OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	M-2 RESERVORIO	METODO DE ANÁLISIS
Potencial de Hidrogeno	pH	7.80	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	µS/cm	738.40	Conductímetro
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	371.50	Conductímetro
Dureza Total como CaCO ₃	mg/L	268.90	Volumétrico
Alcalinidad	mg/L	94.50	Volumétrico
Cloruros como Cl ⁻	mg/L	63.40	Método Mohr
Sulfatos como SO ₄ ²⁻	mg/L	51.40	Turbidimétrico
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Totales	NMP/100ml	4	Número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100ml	< 3	Número más probable

Puno, C.U. 02 de enero del 2026
VºBº



* El LCC-FIQ no garantiza la procedencia ni la buena práctica de toma de la muestra ya que el interesado ingresa la muestra directamente al laboratorio.

Ciudad Universitaria Av. Floral Nº 1153, RESPONSABLE DEL LCC - FIQ - Cel.: 944019993



Nº 000395
ORIGINAL

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE VIVIENDAS
 PROCEDENCIA : LIMACUCHO - CARACOTO
 INTERESADOS : DENNYS EDISON CHOQUE CHOQUE
 MOTIVO : CALIDAD AGUA DE VIVIENDAS
 ANÁLISIS : FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
 FECHA DE MUESTREO : 19/12/2025, por el interesado (*)
 FECHA DE RECEP. : 19/12/2025
 ANÁLISIS : 19/12/2025
 CODIGO DE PAGO : B009-000893

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido
 COLOR : Cristalino transparente
 OLOR : Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS	UNIDAD	M-3 VIVIENDA	METODO DE ANÁLISIS
Potencial de Hidrogeno	pH	7.28	Potenciómetro
Conductividad Eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	735.30	Conductímetro
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	371.10	Conductímetro
Dureza Total como CaCO_3	mg/L	270.10	Volumétrico
Alcalinidad	mg/L	94.20	Volumétrico
Cloruros como Cl^-	mg/L	65.10	Método Mohr
Sulfatos como SO_4^{2-}	mg/L	52.80	Turbidimétrico
PARAMETROS MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Totales	NMP/100ml	4	Número más probable
Escherichia coli (E. Coli)	NMP/100ml	< 3	Número más probable

Puno, C.U. 02 de enero del 2026
 Vºgº

* El LCC-FIQ no garantiza la procedencia ni la buena práctica de toma de la muestra ya que el interesado ingresa la muestra directamente al laboratorio.

Ciudad Universitaria Av. Floral Nº 1153, RESPONSABLE DEL LCC - FIQ - Cel.: 944019993

Anexo 06: Imágenes de la toma de muestras del pozo de captación.



Figura 10: Los materiales para el muestreo de agua de pozo en la comunidad Limacucho, caracoto 2025.



Figura 11: La imagen muestra la toma de muestra del pozo de captación.



Figura 12: La imagen muestra la toma de muestra del reservorio.



Figura 13: La imagen muestra la toma de muestra de la primera vivienda.



Figura 14: La imagen muestra la toma de muestra de la vivienda intermedia.



Figura 15: La imagen muestra la toma de muestra de la última primera.



Figura 16: La imagen de la muestra para laboratorio de la captación.



Figura 17: La imagen de la muestra para laboratorio del reservorio.



Figura 18: La imagen de la muestra para laboratorio de las viviendas.