

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL CENTRO
POBLADO DE CHALLAPUJIO SUYO DEL DISTRITO DE ILAVE - 2025**

PRESENTADA POR:

CLEBER ELESBAN CONDORI VELASQUEZ

PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO - PERÚ

2025



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/)



17.98%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 14 NOV 2025, 10:26 AM

Similarity report

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

● IDENTICAL 3.63% ● CHANGED TEXT 14.35%

Report #29979499

CLEBER ELESBAN CONDORI VELASQUEZ // CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL CENTRO POBLADO DE CHALLAPUJIO SUYO DEL DISTRITO DE ILAVE - 2025

RESUMEN La presente investigación titulada “Calidad del agua para el consumo humano del Centro Poblado de Challapujio Suyo del distrito de Ilave – 2025” tuvo como objetivo analizar la calidad del agua destinada al consumo humano, según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva, no experimental y con enfoque cuantitativo, orientada a caracterizar las condiciones del recurso sin manipular las variables. Los parámetros analizados comprenden tres grupos: microbiológicos, organolépticos y químicos inorgánicos. Los resultados microbiológicos coliformes totales (7.3 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (1.6 NMP/100 mL), superando los valores establecidos por la normativa. Por otra parte los parámetros organolépticos, como Olor, Sabor, Color, Ph(7.6), Conductividad(0.05 mS/cm), Sólidos totales disueltos(0.034 g/l) y Dureza total(293.86mg/l), se encontraron dentro de los límites máximo permisibles. Así mismo los parámetros químicos inorgánicos como Cloruros(48.22 mg/l). Sulfatos(103.3 mg/l), Nitratos(0.06 mg/l), Magnesio(35.46 mg/l), Cadmio(0.001 mg/l), Plomo(0.003 mg/l), Zinc(0.06mg/l), Arsénico(0.0076 mg/l), Mercurio(0.00 mg/l), Cobre(0.03 mg/l), se encontraron dentro de los valores establecidos en el DS.

031-2010-SA. Estos resultados reflejan la necesidad de reforzar los procesos

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS
CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO DEL CENTRO
POBLADO DE CHALLAPUJIO SUYO DEL DISTRITO DE ILAVE - 2025
PRESENTADA POR:
CLEBER ELESBAN CONDORI VELASQUEZ
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

: 
M.Sc. KORINA ASQUI GOMEZ

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería Ambiental

Lineas de Investigacion: Ciencias Ambientales

Puno, 21 de noviembre del 2025

DEDICATORIA

En primer lugar, dedico este proyecto a Dios, por ser mi guía constante, mi refugio en los momentos difíciles y la luz que nunca dejó de brillar, aun en mis días más oscuros. Gracias por sostenerme cuando sentí que ya no podía más, por darme fuerza cuando flaqueo, y por recordarme que cada proceso tiene un propósito.

A mi madre, mujer admirable, pilar incansable en mi vida. Gracias por cada sacrificio silencioso, por tu amor firme y valiente, y por enseñarme que la entrega y el esfuerzo siempre tienen sentido. Este logro es tan tuyo como mío, porque sin tu ejemplo y tu fortaleza, este camino habría sido mucho más difícil.

A mis tíos, por estar presentes en los momentos clave, por tenderme la mano sin condiciones, y por brindarme apoyo sincero cuando más lo necesité. Su presencia ha sido parte importante de este proceso, y les guardo una gratitud que siempre llevaré conmigo.

Y finalmente, me dedico a mí mismo/a. A quien aprendió a levantarse en silencio, cuando el peso de lo vivido solo era visible para el alma. A quien caminó con cicatrices que hoy ya no duelen, porque se transformaron en lecciones y raíces firmes. Hoy me miro con respeto, con orgullo y con paz. Porque después de tanto, estar bien conmigo mismo es, sin duda, mi mayor logro.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos de Puno, por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y por contar con los recursos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

A la Facultad de Ingenierías, por ser el espacio académico donde adquirí los conocimientos y habilidades que hicieron posible la realización de esta tesis.

A mi asesor, Dr. Esteban León Apaza, por su valiosa orientación, paciencia y apoyo constante durante todo el proceso, que fueron fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo.

Finalmente, agradezco a los miembros del jurado por su tiempo y dedicación al evaluar este proyecto, así como por sus valiosas observaciones que contribuyen a mi crecimiento académico y profesional.

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICO	16
1.2. ANTECEDENTES	16
1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	16
1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES	17
1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	20
1.3.1. OBJETIVO DEL GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	21
2.1.1. CALIDAD DEL AGUA	21

2.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA	22
2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA	23
2.2. MARCO CONCEPTUAL	24
2.3. MARCO NORMATIVO	26
2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACION	27
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	27
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	27
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.1.1. UBICACIÓN	29
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	30
3.2.1. POBLACIÓN	30
3.2.2. MUESTRA	32
3.3. MÉTODOS Y MATERIALES	33
3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.3. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	33
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
3.5. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO	44
3.5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1	44
3.5.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2	45
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA Y SU CONFORMIDAD CON EL D.S. N° 031-2010-SA.	47

4.1.1. COLIFORMES TOTALES	48
4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES	49
4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICOS DEL AGUA Y SU CUMPLIMIENTO CON EL D.S. N° 031-2010-SA.	50
4.2.1. OLOR	52
4.2.2. SABOR	52
4.2.3. COLOR	52
4.2.4. PH	52
4.2.5. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	53
4.2.5. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	54
4.2.5. DUREZA TOTAL (CACO3)	55
4.3. RESULTADOS DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS	55
4.3.1. CLORUROS (CL-)	57
4.3.2. SULFATOS (SO=4)	58
4.3.3. NITRATOS (NO-3)	59
4.3.4. MAGNESIO (MG++)	60
4.3.5. CADMIO (CD)	61
4.3.6. PLOMO (PB)	62
4.3.7. ZINC (ZN)	63
4.3.8. ARSÉNICO (AS)	64
4.3.9. MERCURIO (HG)	65
4.3.10. COBRE (CU)	66
4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS	66
CONCLUSIONES	68
RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Coordenadas para las muestras de agua - Challapujio Suyo.	32
Tabla 02: Operacionalización de variables de la investigación	43
Tabla 03: Resultados de los Parámetros Microbiológicos del Agua en Relación con el D.S. N.º 031-2010-SA.	48
Tabla 04: Resultados de concentración de los parámetros organolépticos en comparación con el D.S. 031-2010-SA.	51
Tabla 05 Resultados de concentración de los parámetros químicos inorgánicos en comparación con el D.S. 031-2010-SA.	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación del Distrito de Ilave.	30
Figura 02: Ubicación del reservorio de agua del Centro Poblado de Challapujio Suyo Distrito de Ilave.	31
Figura 03: Concentración de coliformes totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	48
Figura 04: Concentración de coliformes termotolerantes o fecales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	49
Figura 05: Concentración de Ph en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	52
Figura 06: Concentración de Conductividad eléctrica en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	53
Figura 07: Concentración de sólidos disueltos totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	54
Figura 08: Concentración de sólidos disueltos totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	55
Figura 09: Concentración de cloruros en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	57
Figura 10: Concentración de sulfatos en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	58
Figura 11: Concentración de nitratos en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	59
Figura 12: Concentración de magnesio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	60
Figura 13: Concentración de cadmio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	61

Figura 14: Concentración de plomo en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	62
Figura 15: Concentración de zinc en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	63
Figura 16: Concentración de arsénico en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	64
Figura 17: Concentración de mercurio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	65
Figura 18: Concentración de cobre en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.	66
Figura 19: Toma de muestras en la captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	78
Figura 20: Caseta de captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	78
Figura 21: Toma de muestras en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	79
Figura 22: Rotulado de muestras microbiológicas en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	79
Figura 23: Rotulado de muestras químicos inorgánicos en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	80
Figura 24: Rotulado de muestras químicos inorgánicas en la captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.	80

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia: calidad del agua para el consumo humano del centro poblado de Challapujio Suyo del distrito de Ilave - 2025	74
Anexo 02: Análisis de laboratorio de parámetros microbiológicos.	75
Anexo 03: Análisis de laboratorio de parámetros organolépticos.	76
Anexo 04: Análisis de laboratorio de parámetros químicos inorgánicos.	77
Anexo 05: Panel fotográfico	78
Anexo 06: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (RD. 160-215-DIGESA)	81

RESUMEN

La presente investigación titulada “Calidad del agua para el consumo humano del Centro Poblado de Challapujio Suyo del distrito de Ilave – 2025” tuvo como objetivo analizar la calidad del agua destinada al consumo humano, según el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. La metodología aplicada fue de tipo descriptiva, no experimental y con enfoque cuantitativo, orientada a caracterizar las condiciones del recurso sin manipular las variables. Los parámetros analizados comprenden tres grupos: microbiológicos, organolépticos y químicos inorgánicos. Los resultados microbiológicos coliformes totales (7.3 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (1.6 NMP/100 mL), superando los valores establecidos por la normativa. Por otra parte los parámetros organolépticos, como Olor, Sabor, Color, Ph (7.6), Conductividad (0.05 mS/cm), Sólidos totales disueltos (0.034 g/l) y Dureza total (293.86mg/l), se encontraron dentro de los límites máximo permisibles. Así mismo los parámetros químicos inorgánicos como Cloruros (48.22 mg/l). Sulfatos (103.3 mg/l), Nitratos (0.06 mg/l), Magnesio (35.46 mg/l), Cadmio (0.001 mg/l), Plomo (0.003 mg/l), Zinc (0.06mg/l), Arsénico (0.0076 mg/l), Mercurio (0.00 mg/l), Cobre (0.03 mg/l), se encontraron dentro de los valores establecidos en el DS. 031-2010-SA. Estos resultados reflejan la necesidad de reforzar los procesos de desinfección, cloración y control sanitario del sistema de abastecimiento para asegurar la inocuidad del agua destinada al consumo poblacional. Conclusión: la mayoría de los parámetros organolépticos y químicos inorgánicos cumplen con los Límites Máximos Permisibles del D.S. N.º 031-2010-SA, menos los parámetros microbiológicos.

Palabra clave: Calidad, Químicos inorgánicos, Microbiológico, Organolépticas.

ABSTRACT

The present research, entitled “Drinking Water Quality of the Rural Center of Challapujio Suyo in the District of Ilave – 2025”, aimed to analyze the quality of water intended for human consumption according to Supreme Decree No. 031-2010-SA. The applied methodology was descriptive, non-experimental, and based on a quantitative approach, focused on characterizing the conditions of the resource without manipulating variables. The analyzed parameters comprised three groups: microbiological, organoleptic, and inorganic chemical parameters. The microbiological results indicated the presence of total coliforms (7.3 MPN/100 mL) and thermotolerant coliforms (1.6 MPN/100 mL), exceeding the values established by current regulations. On the other hand, the organoleptic parameters, such as odor, taste, color, pH (7.6), conductivity (0.05 mS/cm), total dissolved solids (0.034 g/L), and total hardness (293.86 mg/L), were within the permissible limits. Likewise, the inorganic chemical parameters such as chlorides (48.22 mg/L), sulfates (103.3 mg/L), nitrates (0.06 mg/L), magnesium (35.46 mg/L), cadmium (0.001 mg/L), lead (0.003 mg/L), zinc (0.06 mg/L), arsenic (0.0076 mg/L), mercury (0.00 mg/L), and copper (0.03 mg/L) were found to comply with the values established in Supreme Decree No. 031-2010-SA. These results highlight the need to strengthen disinfection, chlorination, and sanitary control processes in the water supply system to ensure the safety of drinking water for the population. In conclusion, most organoleptic and inorganic chemical parameters comply with the Maximum Permissible Limits established by Supreme Decree No. 031-2010-SA, except for the microbiological parameters.

Keywords: Quality, Inorganic Chemicals, Microbiological, Organoleptic.

INTRODUCCIÓN

El agua constituye un recurso natural esencial para la vida y el desarrollo de las sociedades humanas. Su calidad y disponibilidad son factores determinantes para la salud pública, el bienestar social y el progreso económico. Sin embargo, en muchas zonas rurales del país, especialmente en regiones altoandinas como Puno, la calidad del agua destinada al consumo humano se ve afectada por diversos factores naturales y antrópicos, lo que representa un riesgo potencial para la población. En este contexto, la evaluación de la calidad del agua resulta fundamental para garantizar su aptitud y promover una gestión ambiental responsable.

El Centro Poblado de Challapujio Suyo, ubicado en el Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, Departamento de Puno, cuenta con un reservorio de agua potable administrado por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS). Este reservorio, situado aproximadamente a 15 minutos de la ciudad de Ilave, constituye la principal fuente de abastecimiento de agua para los habitantes de la zona. No obstante, la falta de monitoreo constante, la posible contaminación por actividades agrícolas y domésticas, así como las limitadas prácticas de tratamiento del agua, hacen necesario realizar un estudio técnico que permita determinar su calidad real y su grado de cumplimiento con los estándares establecidos por la normativa nacional.

El presente trabajo de investigación, titulado “Calidad del agua para el consumo humano del Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave – 2025”, tiene como objetivo general analizar la calidad del agua para el consumo humano en dicho centro poblado durante el año 2025. Este análisis permitirá identificar los parámetros microbiológicos, fisicoquímicos y organolépticos del agua, evaluando su conformidad con los límites máximos permisibles establecidos por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado mediante el D.S. N.º 031-2010-SA.

La metodología empleada corresponde a un enfoque descriptivo, en tanto busca detallar las características y propiedades del recurso hídrico analizado, sin manipular las variables del entorno. De acuerdo con Hernández Sampieri, Fernández y Baptista (2014), definen

la investigación descriptiva y la ubican como un tipo de investigación que “describe, analiza y compara las características de un fenómeno sin manipular variables”. En este sentido, la investigación permitirá obtener una visión objetiva y precisa del estado actual del agua que consume la población de Challapujio Suyo, contribuyendo con información relevante para la toma de decisiones por parte de las autoridades locales y las entidades encargadas de la gestión ambiental y sanitaria.

Finalmente, la relevancia de este estudio radica en su aporte al fortalecimiento de la gestión sostenible del recurso hídrico y a la promoción de la salud pública. Los resultados que se obtengan servirán como base para la implementación de estrategias de mejora en la calidad del agua y en las prácticas de tratamiento, asegurando un suministro seguro y saludable para la población. De esta manera, la investigación contribuye al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible relacionados con el acceso universal al agua limpia y al saneamiento, en concordancia con las políticas ambientales del Estado peruano.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A pesar de los esfuerzos implementados para reducir las desigualdades sociales, económicas, educativas, legales y ambientales, persiste una brecha significativa en el acceso a servicios básicos, entre ellos, el acceso al agua potable de calidad. Incluso con los avances tecnológicos del siglo XXI, millones de personas en América Latina y otras regiones del mundo carecen de una fuente segura de agua destinada al consumo humano (UNESCO, 2022). Según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023), al menos 1,700 millones de personas consumieron en 2022 agua procedente de fuentes contaminadas con materia fecal, situación que incrementa el riesgo de enfermedades de origen microbiano. Este escenario refleja que la disponibilidad de agua no solo es limitada, sino que la conservación de su calidad representa un desafío tanto en el Perú como a nivel mundial, generando consecuencias graves para la salud pública.

El uso sostenible del recurso hídrico se ha tornado un desafío crítico, dificultando su distribución para el consumo humano, el desarrollo de actividades productivas, la preservación de los ecosistemas y la protección de la salud de la población. En este sentido, el acceso al agua potable es un derecho imprescindible, ya que satisface necesidades básicas referidas a la salud y las condiciones de vida de las poblaciones humanas (Vásquez et al., 2011). La Constitución Política del Perú (1993) establece que toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano, seguro y equilibrado, lo que

implica una obligación del Estado de garantizar condiciones adecuadas para el desarrollo humano en armonía con el entorno.

Sin embargo, Ccora (2022), señala que solo el 57% de la población rural de América Latina y el Caribe accede a agua de calidad apta para el consumo humano. Esta deficiencia tiene graves consecuencias sanitarias: enfermedades como la cólera, hepatitis A, fiebre tifoidea y gastroenteritis continúan afectando a miles de personas, siendo la población infantil la más vulnerable. La alta incidencia de estas enfermedades refleja la relación directa entre el acceso deficiente a agua potable y la tasa de mortalidad infantil en la región.

En el caso peruano, el “Diagnóstico de la Calidad del Agua” (2021) revela que solo el 1.89% del agua dulce disponible podría ser utilizada sin tratamiento previo, lo que indica una grave limitación para el acceso a agua segura (Autoridad Nacional del Agua, 2021). Esta situación compromete la salud de millones de peruanos y profundiza las brechas sociales y económicas existentes. A nivel global, se estima que cada año mueren aproximadamente 1.5 millones de niños por enfermedades derivadas del consumo de agua contaminada, lo cual pone en evidencia la necesidad urgente de implementar medidas efectivas para garantizar el acceso universal al agua potable y al saneamiento básico (OMS, 2018).

En este contexto, el centro poblado de Challapujio, ubicado en el distrito de Ilave, enfrenta condiciones similares a esta problemática nacional. La población local tiene un acceso limitado a fuentes de agua tratada, lo que repercute negativamente en la salud pública y el desarrollo social de la comunidad. Los sistemas de abastecimiento en la zona presentan deficiencias tanto en infraestructura como en procesos de tratamiento y monitoreo, lo que incrementa el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua. Este caso local refleja la magnitud de una crisis hídrica nacional que requiere atención urgente y sostenida.

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave Provincia de El Collao - 2025?

1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICO

- ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave - 2025 según el DS N° 031-2010-SA?
- ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros organolépticos del agua para el consumo humano en Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave - 2025 según el DS N° 031-2010-SA.?
- ¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros químicos inorgánicos del agua para el consumo humano en Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave - 2025 según el DS N° 031-2010-SA.?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Duarte (2022), en su investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua del manantial El Paraíso en Santiago de Cuba”, concluyó que dicha fuente presenta contaminación significativa. Los niveles de hidrogenocarbonato, potasio, nitratos, coliformes fecales y coliformes totales sobrepasaron los valores máximos establecidos por la normativa cubana, lo que indica que el agua no es apta para el consumo humano. No obstante, se sugiere su posible utilización en actividades agrícolas (riego) y en el abastecimiento para animales.

Hernández et al. (2018), en el estudio “Análisis fisicoquímico y microbiológico de agua purificada”, resalta la importancia de la temperatura como un parámetro determinante en la calidad del agua. Se identificaron valores que oscilaron entre los 18 °C y 25 °C, considerados aceptables para las condiciones de análisis, salvo en el caso de la conductividad, que mostró variaciones asociadas a este parámetro. El estudio concluye

que la temperatura afecta tanto las reacciones químicas del agua como los procesos fisiológicos de los organismos acuáticos, por lo que su control es esencial en el monitoreo de calidad.

Por otro lado, Sánchez et al. (2022), en su investigación sobre el “Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico – Bolivia”, aplicó un sistema de muestreo en dos redes de abastecimiento, tomando muestras en tres puntos por comunidad. Se evaluaron parámetros como pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto (OD), turbidez y coliformes fecales (*Escherichia coli*). Aunque la mayoría de los resultados se encontraron dentro de los límites permisibles según la normativa boliviana, se detectó la presencia de *E. coli* por encima de los niveles permitidos. Esto llevó a la conclusión de que el agua no era apta para el consumo humano, ya que no se realizaban procesos de desinfección ni cloración. Se recomendó hervir el agua antes de su consumo para reducir el riesgo de enfermedades gastrointestinales.

1.2.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Hurtado (2021), realizó un estudio en el centro poblado de Quillazú, con el objetivo de evaluar la calidad del agua en tres fuentes de captación: “Quillazú I Sector”, “Quillazú (Progreso 01)” y “Quillazú (Progreso 02)”. Se analizaron parámetros físico-químicos y microbiológicos en relación con los estándares establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-ECA-MINAM. La investigación adoptó un enfoque observacional, prospectivo, descriptivo y longitudinal, utilizando análisis estadístico con la prueba t de Student mediante el software SPSS v22. Los resultados mostraron que los valores físico-químicos se encontraban dentro de los límites permisibles; sin embargo, los indicadores microbiológicos no cumplían con lo estipulado por la normativa, evidenciando la necesidad de implementar medidas correctivas de tratamiento y control del agua potable en dicha comunidad.

Por su parte, Ccora (2022), en su investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua para consumo humano de la localidad de Acobamba”, aplicó un diseño

observacional, descriptivo y transversal. El estudio se desarrolló en cinco puntos de muestreo durante épocas de sequía y crecida, evaluando parámetros microbiológicos, organolépticos e inorgánicos. En los puntos PM-01 y PM-02, los resultados evidenciaron que coliformes totales, coliformes termotolerantes, color, turbidez, pH y cloro residual excedieron los Límites Máximos Permisibles (LMP) en ambas temporadas. En contraste, los puntos PM-03, PM-04 y PM-05 —ubicados aguas abajo de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP)— presentaron valores dentro de los rangos normativos. Se concluyó que el agua en los primeros puntos no es apta para el consumo humano debido a la ausencia de tratamiento previo, mientras que los últimos cumplen con los estándares gracias a los procesos de cloración y desinfección.

Finalmente, Hoyos (2020), en su estudio “Calidad del agua potable de la ciudad de Bagua, Amazonas, 2018”, tuvo como finalidad evaluar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano. Para ello, empleó la técnica de filtración por membrana en la detección de coliformes totales y fecales, y utilizó un equipo multiparamétrico para los parámetros físico-químicos. Los resultados revelaron que el 90 % de las muestras analizadas presentaban deficiencias en la concentración de cloro residual; además, el 83.5 % registraba valores de pH por debajo del mínimo requerido, y el 25.3 % excedió los límites establecidos para la turbidez. Asimismo, los parámetros microbiológicos analizados indicaban presencia significativa de coliformes termotolerantes y coliformes totales, lo que determinó que el agua no era apta para el consumo. El autor concluye que la calidad del agua en esta ciudad representa un riesgo para la salud pública, al no cumplir con los parámetros establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

1.2.3. ANTECEDENTES LOCALES

Blanco (2018), en su tesis titulada “Estudio de la Calidad de Agua Potable para Consumo Humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento de Puno”, tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua en diferentes puntos del distrito de Cabanillas. Para ello, aplicó un esquema de tres muestreos por punto, con tres repeticiones

mensuales. Los resultados indicaron que los parámetros fisicoquímicos se encontraban dentro de los Límites Máximos Permisibles (LMP); sin embargo, en el punto correspondiente al reservorio, se identificaron niveles elevados en los parámetros bacteriológicos, tales como: sólidos disueltos totales (370 ± 34.64 mg/L), coliformes totales (303.33 ± 136.50 NMP/100 mL) y coliformes fecales (200 ± 45.83 NMP/100 mL). Se concluye que la presencia de coliformes fecales y totales refleja una contaminación de origen biológico, por lo cual el agua analizada no es apta para el consumo humano.

Ccapa (2024), en su investigación “Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhiri Grande, centro poblado de Ichu – Puno – 2023”, evaluó la calidad del agua mediante el análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los resultados mostraron que los valores de turbidez, color y pH se encontraban dentro de los LMP establecidos por el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. No obstante, se evidenció ausencia de cloro residual, así como concentraciones elevadas de coliformes totales (entre 7.2 y 290 NMP/100 mL) y coliformes termotolerantes (entre 3.6 y 93 NMP/100 mL), lo cual indica una contaminación de tipo microbiológico y la necesidad de un tratamiento adecuado antes del consumo.

Tacora (2018), en su estudio titulado “Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, provincia de Chucuito, región Puno”, tuvo como propósito analizar los parámetros exigidos por normativa en diez puntos de muestreo, realizando tres repeticiones por punto. Los resultados indicaron que los valores de pH y turbidez se mantenían dentro de los límites permisibles. No obstante, en el punto 3 se detectaron excedencias en los siguientes parámetros: color (19.67 UCV, escala Pt/Co), cloro residual (0.0 mg/L), coliformes totales (6.33 UFC/100 mL a 35 °C), coliformes termotolerantes (11.67 UFC/100 mL a 44.5 °C) y *Escherichia coli* (3.67 UFC/100 mL a 44.5 °C). Asimismo, en los puntos 6 y 9 también se encontraron coliformes totales fuera de los LMP. Se concluye que el agua suministrada en ciertas zonas de la ciudad de Juli no cumple con la normativa sanitaria vigente (D.S. N.º 031-2010-SA), por lo cual no es apta para el consumo humano.

1.3. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.3.1. OBJETIVO DEL GENERAL

Analizar la calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025.

1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.
- Determinar la concentración de los parámetros organolépticos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.
- Determinar la concentración de los parámetros químicos inorgánicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. CALIDAD DEL AGUA

El concepto de calidad del agua hace referencia a las condiciones físicas, químicas y biológicas que determinan su idoneidad para un uso específico, ya sea para consumo humano, riego, procesos industriales o preservación del ecosistema. En este sentido, la calidad del agua es un indicador fundamental para garantizar la salud pública y el bienestar social.

Según Ponce (2015), el agua constituye un componente esencial para todos los seres vivos, además de ser un recurso vital en sectores clave como la agricultura, la industria y la generación de energía. A lo largo de la historia, la disponibilidad y gestión del agua han influido en el desarrollo de culturas, economías y formas de vida en distintas civilizaciones.

El término “agua potable” se refiere al agua cuya calidad permite su consumo directo por parte de los seres humanos sin representar riesgos para la salud. Esta definición implica la ausencia de contaminantes en concentraciones que puedan causar efectos adversos, como agentes patógenos, sustancias químicas tóxicas o características organolépticas inadecuadas (Saguapac, 2016).

Por su parte, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2018) resalta que el acceso al agua de calidad constituye no solo un derecho fundamental, sino también un pilar esencial para el desarrollo sostenible. Sin embargo, la presión sobre los recursos hídricos debido al crecimiento poblacional, la contaminación

ambiental y la ineficiente gestión del agua, plantea desafíos significativos para su disponibilidad a largo plazo.

En este contexto, la calidad del agua para consumo humano debe ser monitoreada y garantizada bajo estrictos estándares técnicos y normativos. En el caso peruano, el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA establece los Límites Máximos Permisibles (LMP) para distintos parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos inorgánicos, definiendo los criterios bajo los cuales el agua se considera apta o no para el consumo humano.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA

La presencia de microorganismos patógenos en el agua representa una seria amenaza para la salud pública, especialmente en contextos donde el tratamiento y monitoreo del recurso hídrico es limitado. La contaminación de origen fecal es uno de los principales factores de riesgo, ya que puede desencadenar enfermedades gastrointestinales, hepatitis viral, fiebre tifoidea y otras infecciones de tipo bacteriano, viral o parasitario (Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, 2010).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, citada por Gianoli et al. (2018), los agentes biológicos como bacterias, virus, protozoarios y helmintos son responsables de un amplio espectro de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua. La transmisión se ve favorecida por deficiencias en la infraestructura de distribución, la ausencia de cloración adecuada y la falta de vigilancia sanitaria en las fuentes de abastecimiento.

En el caso del Perú, la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS, 2018) recomienda mantener una presión hidráulica constante en la red, aplicar desinfección continua con niveles adecuados de cloro residual y establecer programas de control de calidad del agua en diferentes puntos del sistema para minimizar los riesgos microbiológicos.

- **Coliformes totales:** Los coliformes totales constituyen un grupo de bacterias pertenecientes a la familia Enterobacteriaceae, caracterizadas por su capacidad de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas en un período de 48 horas a 35

°C. Según García (2019), la presencia de estas bacterias en muestras de agua no implica necesariamente contaminación reciente con materia fecal, pero sí evidencia la existencia de contaminación orgánica de origen ambiental o humano, por lo que su detección sugiere deficiencias en los procesos de potabilización y distribución.

- Coliformes termotolerantes (fecales): Dentro del grupo de los coliformes se encuentran las bacterias termotolerantes o fecales, cuyo desarrollo óptimo ocurre a temperaturas más elevadas (44.5 °C). Estas bacterias son gram negativas, no esporuladas y fermentadoras de lactosa. La *Escherichia coli* es la especie más representativa de este grupo, y su presencia es un indicador específico de contaminación fecal reciente. De acuerdo con García (2019), la detección de *E. coli* en el agua potable confirma el riesgo sanitario inminente, ya que esta bacteria se encuentra exclusivamente en el tracto intestinal de humanos y animales de sangre caliente.

2.1.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA

La calidad del agua se evalúa a través de parámetros físicos y químicos establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

- **TURBIDEZ:** Es un indicador de la calidad del agua que refleja la presencia de partículas en suspensión. Estas partículas no solo afectan la transparencia del agua, sino que también tienen implicaciones ecológicas significativas. Al reducir la penetración de la luz, la turbidez limita la fotosíntesis de las plantas acuáticas, afectando la producción primaria y alterando la estructura de los ecosistemas acuáticos. Además, la turbidez puede transportar contaminantes asociados a las partículas, como metales pesados y compuestos orgánicos persistentes, lo que representa un riesgo para la salud de los organismos acuáticos y, en última instancia, para la salud humana (García, 2019).
- **COLOR:** La coloración del agua es un resultado de la presencia simultánea de múltiples sustancias, incluyendo óxidos metálicos (hierro y manganeso), materia

orgánica y residuos de origen industrial y orgánico. Este atributo físico del agua nos brinda información valiosa sobre su composición y procedencia (Anticona, 2022).

- **COLOR RESIDUAL LIBRE:** Es un parámetro crítico en la potabilización del agua, actuando como biocida residual. Su presencia garantiza la inactivación de patógenos a lo largo de la red de distribución, asegurando la calidad microbiológica del agua para el consumo humano (Juzcamayta, 2023).
- **CONDUCTIVIDAD:** Llamada también CE, medida en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$), se basa en la capacidad de los iones presentes en una solución para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad es directamente proporcional a la concentración de electrolitos y, por lo tanto, nos permite inferir la salinidad del agua. A diferencia de otros métodos, la medición de la conductividad es sencilla y no requiere de una preparación exhaustiva de la muestra (García, 2019).
- **pH:** Es una medida fundamental en química que determina el grado de acidez o basicidad de una sustancia. Esta escala, que va de 0 a 14, es crucial en diversos campos, desde la biología hasta la industria, ya que el pH influye en numerosos procesos químicos y biológicos (Mamani, 2019).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

- **AGUA:** El agua es, sin duda, el compuesto químico más común en nuestra vida cotidiana y un elemento fundamental para el desarrollo urbano y las actividades económicas (Monte, 2016). La calidad del agua destinada al consumo humano es de suma importancia, por lo que sus parámetros microbiológicos, físicos y químicos deben evaluarse rigurosamente para asegurar que cumplen con los estándares establecidos.
- **CLORUROS:** La presencia de cloruros en el agua de consumo proviene de diversas fuentes naturales y antropogénicas, y puede acelerar los procesos de corrosión de los materiales metálicos en las redes de distribución. La intensidad de este fenómeno depende de la alcalinidad del agua y puede ocasionar un aumento en la

concentración de metales en el agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2006).

- **COLIFORMES TOTALES:** Son un grupo diverso de bacterias utilizadas como indicadores de la calidad del agua. Su presencia en muestras sugiere contaminación fecal, ya que estos microorganismos abundan en el intestino de animales de sangre caliente, incluidos los humanos. Aunque no todas las especies son patógenas, su detección alerta sobre la necesidad de análisis más específicos para identificar microorganismos potencialmente dañinos. Además de habitar el intestino, estos organismos pueden encontrarse en suelo, vegetación y agua, y su supervivencia depende de factores ambientales (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2018).
- **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:** La conductividad eléctrica (CE) del agua, expresada en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$), mide su capacidad para conducir corriente eléctrica. Este parámetro está relacionado con la concentración de iones presentes, producto de la disociación de sales y compuestos ionizados. Si bien la CE es útil para evaluar la calidad del agua, no identifica los iones individuales, por lo que se requieren análisis más específicos como la conductimetría catódica o técnicas electrostáticas multiparamétricas (Londoño, 2007).
- **DUREZA TOTAL:** Indica la concentración de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua. Estos minerales pueden formar incrustaciones en tuberías y equipos, afectando la eficiencia de procesos industriales, la vida útil de electrodomésticos y la apariencia y sabor del agua potable (Londoño, 2007).
- **ESCHERICHIA COLI:** Como miembro del grupo de coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* es un indicador bacteriológico fundamental para evaluar la calidad sanitaria del agua. Su presencia sugiere contaminación fecal reciente y posible presencia de otros patógenos entéricos. Se detecta mediante métodos tradicionales de cultivo y técnicas moleculares (Gianoli et al., 2018).

- **NITRATOS:** La concentración elevada de nitratos en el agua es una alerta ambiental y sanitaria. Estos compuestos, provenientes principalmente de fertilizantes y residuos industriales, contribuyen a la eutrofización y pueden causar metahemoglobinemia en bebés, una condición potencialmente mortal si no se trata oportunamente (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento).
- **OXÍGENO DISUELTO:** El oxígeno disuelto (OD) es un parámetro esencial para evaluar la calidad ambiental de los cuerpos de agua. Resulta del equilibrio entre procesos de oxigenación (difusión atmosférica, fotosíntesis) y consumo de oxígeno (respiración y descomposición). Su medición in situ permite evaluar las condiciones ecológicas y su impacto en los ecosistemas acuáticos (Sensores e Instrumentación Guemisa S.L., 2007).
- **POTENCIAL DE HIDROGENIONES (pH):** El pH indica el grado de acidez o alcalinidad del agua, basado en la concentración de iones hidrógeno. Se mide mediante electrodos selectivos en una escala de 0 a 14. Es un parámetro fundamental para procesos de tratamiento y la evaluación de la calidad del agua y ecosistemas (Londoño, 2007).
- **SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT):** Los SDT son sales y minerales disueltos en el agua que afectan directamente su calidad. Concentraciones elevadas pueden indicar contaminación y perjudicar la salud humana y la biodiversidad acuática (Organización Mundial de la Salud, 2006).
- **SULFATOS:** Los sulfatos, presentes en aguas naturales y subterráneas, pueden derivar de actividades industriales o procesos atmosféricos. La ingesta promedio diaria de sulfatos es aproximadamente 500 mg, principalmente a través de alimentos (Organización Mundial de la Salud, 2006).

2.3. MARCO NORMATIVO

La presente investigación se sustenta en el marco legal y técnico que regula la calidad del agua para consumo humano en el Perú. A continuación, se detallan las principales normas y disposiciones aplicables:

- Decreto Supremo N.° 031-2010-SA: en el reglamento de la calidad del agua para consumo humano en el artículo 1° establece las normas generales para la gestión de la calidad del agua destinada al consumo humano, con el propósito de garantizar su inocuidad, prevenir riesgos sanitarios y proteger la salud y el bienestar de la población (MINSA, 2010). Artículo 19° del control de calidad, señala que el control de la calidad del agua es responsabilidad del proveedor del servicio de agua potable, quien debe garantizar, mediante procedimientos de autocontrol, el cumplimiento de las disposiciones sanitarias. Además, debe identificar fallas en el sistema y adoptar medidas correctivas necesarias para
- Ley N.° 28611 – Ley General del Ambiente: En su Artículo 133, establece el marco para el monitoreo y vigilancia ambiental, con el objetivo de generar información relevante que permita asegurar el cumplimiento de la legislación y de las políticas ambientales del país. Este marco apoya la evaluación periódica de la calidad del agua y la implementación de medidas correctivas en caso de contaminación.
- Ley N.° 29338 – Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento: Regula la gestión integrada y sostenible del recurso hídrico en el ámbito nacional, incluyendo las aguas superficiales, subterráneas, continentales y sus bienes asociados. Su finalidad es asegurar el uso eficiente, equitativo y sostenible del agua, promoviendo su conservación y protección, así como el acceso universal al recurso.
- Resolución Directoral N.° 160-2015-DIGESA: Aprueba el Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua para consumo humano, el cual establece los lineamientos técnicos obligatorios para garantizar la validez de los resultados analíticos. Este protocolo es fundamental para asegurar la confiabilidad de los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y químicos inorgánicos realizados en el presente estudio.

2.4. HIPOTESIS DE INVESTIGACION

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025, no es apta para el consumo humano.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Algunos parámetros microbiológicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave, superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.
- Algunos parámetros organolépticos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave, superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.
- Algunos parámetros químicos inorgánicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave, superan los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S. N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

Analizar la calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025.

3.1.1. UBICACIÓN

El presente estudio se realizó en el sistema de agua potable , el cual abastece al Centro Poblado de Challapujio Suyo, ubicado en el Distrito de Ilave, Provincia de El Collao, en el Departamento de Puno, al sur del Perú.

Este reservorio se encuentra aproximadamente a 15 minutos de la ciudad de Ilave, y constituye la principal fuente de agua para consumo humano de la población local. La elección de esta zona responde a la necesidad de evaluar la calidad del agua almacenada en el reservorio, considerando su impacto directo en la salud pública y la vida cotidiana de los habitantes del centro poblado.

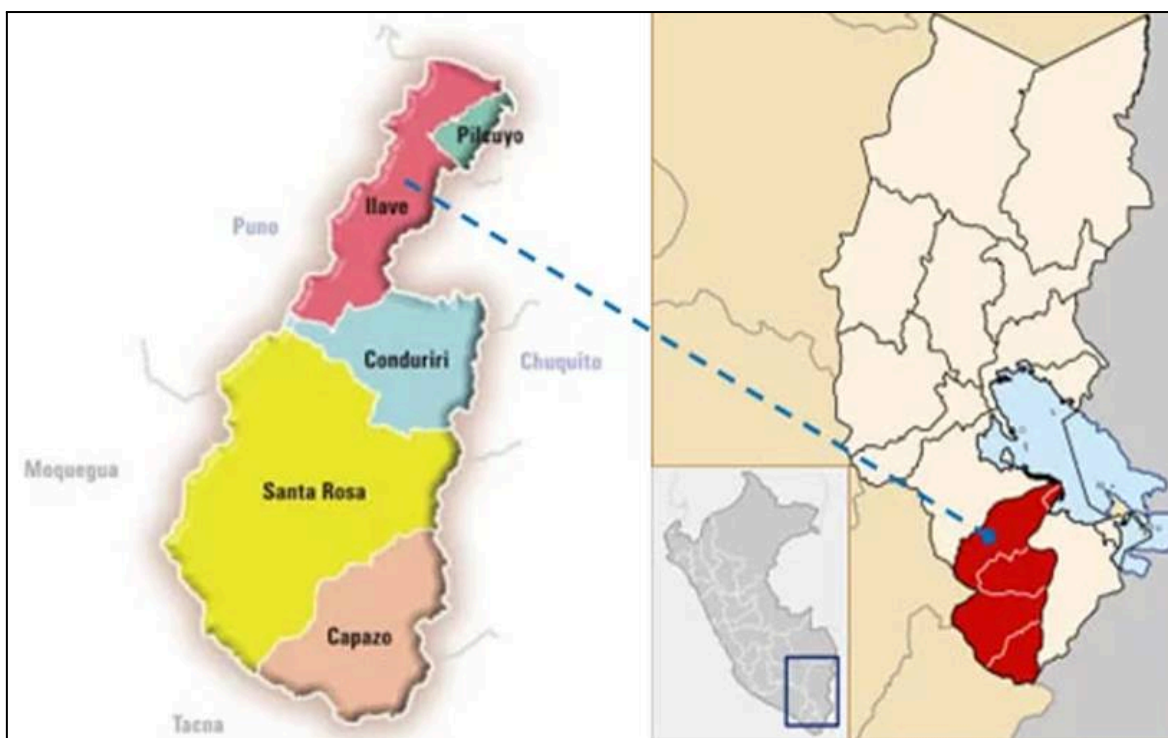


Figura 01: Ubicación del Distrito de Ilave.

Fuente: obtenido de <https://ilavejcmariategui.blogspot.com>

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del presente estudio estuvo conformada por el agua almacenada en el reservorio del Centro Poblado de Challapujio Suyo, el cual tiene una capacidad de 26,000 litros, así como por el cuerpo de agua del manantial que sirve como fuente de abastecimiento para dicho reservorio. Ambos cuerpos de agua representan el universo sobre el cual se realizó la evaluación de la calidad del agua destinada al consumo humano en esta localidad.

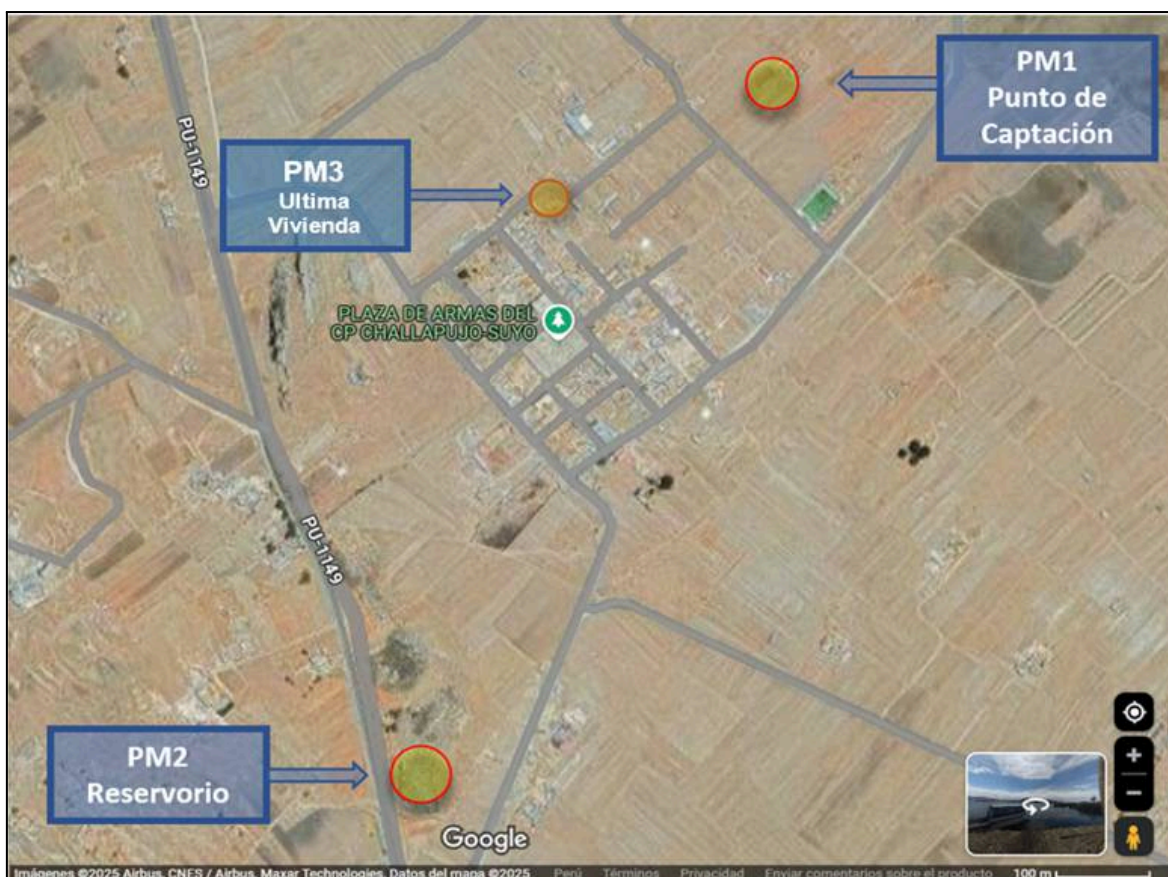


Figura 02: Ubicación del reservorio de agua del Centro Poblado de Challapujio Suyo Distrito de llave.

Fuente: Google Maps.

El sistema de agua potable y saneamiento básico integral del Centro Poblado de Challapujio Suyo es administrado por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) Challapujio Suyo. Este sistema cuenta con una infraestructura adecuada, compuesta por un reservorio de 26 metros cúbicos de capacidad, diseñado para abastecer de agua potable a aproximadamente 150 familias del centro poblado.

El sistema incluye los siguientes componentes: un pozo tubular con una profundidad de 24 metros y un diámetro de 12 pulgadas, una línea de impulsión, una unidad de caseta de bombeo, un reservorio, una línea de aducción, una línea de distribución, y un total de 124 conexiones domiciliarias, que permiten la distribución del recurso hídrico a nivel doméstico (ANA, 2021).

3.2.2. MUESTRA

El muestreo fue de tipo simple y puntual, recolectada en tres puntos estratégicos del sistema de abastecimiento. El primer punto de muestreo corresponde a la captación del agua en su estado natural, antes de cualquier tratamiento. El segundo punto se ubica en la zona de distribución del agua tratada (clorada) destinada al consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo y el tercero será en la última vivienda de distribución. Este criterio de muestreo tiene como finalidad comparar la calidad del agua en su estado original con aquella ya intervenida mediante tratamiento, en el marco del análisis correspondiente al año 2025. Cada muestra recolectada tuvo un volumen de 1 litro, haciendo un total de 3 litros enviados al laboratorio para su respectivo análisis.

Tabla 01: Coordenadas para las muestras de agua - Challapujio Suyo.

N°	DENOMINACIÓN	COORDENADAS UTM
1	PM1	ESTE: 434648.9555423595 NORTE: 8227976.177840722 ZONA: 19
2	PM2	ESTE: 434255.12835735705 NORTE: 8227244.450119043 ZONA: 19
3	PM3	ESTE: 434405.3605742848 NORTE: 8227862.650139804 ZONA: 19

3.3. MÉTODOS Y MATERIALES

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo descriptiva, dado que tiene como objetivo detallar y caracterizar los parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos inorgánicos del agua para consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo. Según Hernández et al. (2018) los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, características y perfiles de elementos observables como comunidades, procesos o fenómenos sin intervenir en ellos.

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño metodológico es no experimental, ya que no se manipulan intencionalmente las variables de estudio. Se observarán las condiciones existentes del agua en puntos estratégicos de captación y distribución. De acuerdo con Hernández et al. (2018), en una investigación no experimental las variables se analizan tal como ocurren en su contexto natural.

3.3.3. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque fue cuantitativo, porque se obtuvieron datos numéricos sobre la calidad del agua mediante procedimientos de laboratorio estandarizados, los cuales serán comparados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

3.3.4. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se empleó una técnica deductiva-cuantitativa, ya que se parte de teorías y normas establecidas sobre la calidad del agua, para luego recolectar datos que permitan validar el cumplimiento de estos estándares en el contexto local. Como señala Hernández et al. (2018), este modelo busca comprobar hipótesis o responder preguntas específicas mediante la recolección de información empírica y su análisis sistemático.

3.3.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

El instrumento utilizado para la recolección de datos fue el Protocolo aprobado mediante Resolución Directoral N.º 160-2015/DIGESA/SA, el cual establece los procedimientos

técnicos para el muestreo, preservación, conservación, almacenamiento y aceptación de muestras de agua para consumo humano. Este protocolo asegura la validez técnica y científica del proceso de recolección de muestras, garantizando su integridad hasta su análisis en laboratorio.

3.3.5.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA MUESTREO

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

a) **Materiales**

- Tablero
- fichas de campo
- Libreta de campo
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Papel secante
- Plumón indeleble
- Frasco de vidrio borosilicato de 500 mL autoclavado en el laboratorio
- Frasco de vidrio de 1L
- Frasco de plástico de boca ancha, con cierre hermético de primer uso de 500 mL, 1mL
- Guantes descartables
- Gotero
- Agua destilada
- Bolsas de poli burbujas u otro material para evitar roturas de los frascos
- Cordón de nylon
- Caja térmica
- Ice pack

b) **Equipos**

- Cámara fotográfica
- GPS

c) **Indumentaria de Protección**

- Zapatos de seguridad
- Pantalón impermeable
- Mandil.
- Guantes.

3.3.5.1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

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

3.3.5.2. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO

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

3.3.5.2.1. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

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

La localización de los puntos de recolección de las muestras de agua, en el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, deberá ser determinada por la Autoridad

Sanitaria, tomándose como base, los planos del sistema y teniendo en cuenta los siguientes criterios:

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

- En la captación

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

- A la salida del sistema de tratamiento de agua

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

3.3.5.2.2. TOMA DE MUESTRAS

a) Consideraciones Generales

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

Tomar en cuenta:

- **Captación**

- Para el caso de manantiales, remover todo tipo de maleza, residuos y/o desechos ubicados alrededor de la tapa de la cámara húmeda.
- Para el caso de aguas superficiales (con excepción de las estructuras tipo barraje), remover todo tipo de malezas, residuos y/o desechos de la rejilla, malla o canastilla salida.

- **Reservorios y Cisternas**

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

- **Pozos o Reservorios de Almacenamiento (En caso no tuviera acceso, grifo o caño o purga).**

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

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

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

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

c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas

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

d) Consideraciones para la toma de muestras fisico quimico

a) Parametros Inorganicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra.

- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.
- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

3.3.5.2.3. ACONDICIONAMIENTO PRESERVACIÓN Y TRASLADO DE MUESTRAS

3.3.5.2.3.1. ROTULADO E IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA DE AGUA

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

- Código de identificación de campo.
- Coordenadas.
- Localidad, distrito, provincia, región.
- Punto de Muestreo.
- Matriz
- Fecha y hora de muestreo.
- Tipo de análisis requerido.
- Preservada, nombre del preservante.
- Muestreador

3.3.5.2.3.2. ACONDICIONAMIENTO Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

- Debe asegurarse que las muestras para el análisis de cada parámetro considerado, cumplan con los requisitos (tiempo de vigencia y temperatura); para la recepción de

muestras por el laboratorio de control ambiental, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

- Una vez tomada la muestra de agua, se procederá a adicionar el reactivo de preservación requerido, cuando sea necesario. Tener en cuenta los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp la Digesa
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad sellar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido y agitar para uniformizar las muestras.

3.3.5.2.3.3. CONSERVACION Y ENVIO DE MUESTRAS

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

3.3.5.2.3.4. MEDIO DE TRANSPORTE

- Deben ser transportados en cajas adecuadas (cooler) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
- Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deberán entregarse debidamente rotuladas y con la solicitud de ensayo debidamente completada. Se debe tener en cuenta los tiempos establecidos en Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp.

3.3.5.2.3.5. CONTROL DE CALIDAD DE MUESTREO

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

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

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

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

3.3.5.2.3.6. FÍSICO QUÍMICO

- Los blancos de campo

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

- Los blancos viajeros

Son frascos con agua desionizada o destilada. Se mantienen en la misma caja refrigerante que las otras muestras en cada fase del proceso de colecta, manejo y envío. Mantener el frasco cerrado durante todo el proceso. Se usa blanco viajero para descartar factores externos de contaminación durante el traslado de las muestras. Se requiere por lo menos uno por cada caja conservadora.

- Muestras duplicadas

Se usan para verificar la precisión de la colecta de campo. Se colectan las duplicadas a la vez que la muestra de agua en una cantidad de una por cada diez, y en caso sean menos de diez (10) muestras, se tomará una (01) por cada grupo.

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

3.3.5.2.3.7. MICROBIOLÓGICOS

- Blanco Viajero

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

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

- Muestras duplicadas

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

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 02: Operacionalización de variables de la investigación

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
		Parámetros microbiológicos:	NMP/100ml
		Bacterias Coliformes totales.	
		E. coli.	
		Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.	
Variable Independiente	Parámetros microbiológicos, organolépticos y químicos inorgánicos.	Parámetros organolépticos: Olor. Sabor. Color. Turbiedad. ph.	mS/cm g/l mg/l
		Conductividad	
		Sólidos totales disueltos	
		Cloruros.	
		Sulfatos.	
		Dureza total.	mg/l

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
		Parámetros químicos inorgánicos	
		Cloro.	
		Nitratos.	
		Nitritos.	
Variable Dependiente	Calidad de Agua para consumo humano, según D.S. N°031-2010-SA	Cumplimiento	SI/NO

3.5. DISEÑO METODOLÓGICO POR OBJETIVO ESPECÍFICO

3.5.1. OBJETIVO ESPECÍFICO 1

Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.

Procedimiento secuencial.-

1. Seleccionar los puntos de muestreo de agua basándose en los criterios de accesibilidad, representatividad y uso frecuente, conforme al reglamento D.S. N° 031-2010-SA.
2. Elaborar el cronograma de recolección de muestras siguiendo el protocolo de la Norma Técnica N° 160-2015/DIGESA/SA.
3. Realizar el muestreo de agua en campo, utilizando materiales estériles para garantizar la integridad de las muestras.

4. Transportar las muestras al laboratorio certificado, cumpliendo con las condiciones de conservación establecidas por la normativa.
5. Ejecutar el análisis microbiológico en laboratorio para determinar la concentración de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli.
6. Registrar los resultados obtenidos en formularios diseñados para dicho fin.
7. Comparar los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).
8. Presentar los resultados mediante tablas y gráficos descriptivos, facilitando la interpretación de la concentración de parámetros microbiológicos.

3.5.2. PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

Determinar la concentración de los parámetros organolépticos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.

Procedimiento secuencial.

1. Seleccionar los puntos de muestreo con base en criterios técnicos de accesibilidad, representatividad y uso del agua, conforme al D.S. N° 031-2010-SA.
2. Realizar la observación directa de las características organolépticas del agua en los puntos seleccionados.
3. Aplicar fichas de observación y escalas estandarizadas para evaluar olor, sabor y color.
4. Utilizar un turbidímetro para medir el nivel de turbidez en cada muestra.
5. Registrar los resultados obtenidos en fichas técnicas estandarizadas.
6. Comparar los valores observados con los límites establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).
7. Presentar los datos recolectados en tablas y gráficos descriptivos por punto de muestreo.

3.3.7.3. Objetivo específico 3: Determinar la concentración de los parámetros químicos inorgánicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.

Procedimiento secuencial.

1. Seleccionar puntos de muestreo considerando representatividad, accesibilidad y uso, conforme al reglamento D.S. N° 031-2010-SA.
2. Recolectar muestras de agua siguiendo los procedimientos técnicos establecidos para evitar la contaminación o alteración de las mismas.
3. Transportar las muestras al laboratorio acreditado, manteniendo condiciones óptimas de conservación.
4. Realizar los análisis químicos mediante técnicas como espectrofotometría, potenciometría y otras, para determinar los niveles de pH, nitratos, nitritos, y cloruros.
5. Registrar los resultados en fichas técnicas de laboratorio.
6. Comparar los valores obtenidos con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano (D.S. N° 031-2010-SA).
7. Representar los resultados mediante tablas y gráficos comparativos por parámetro y por punto de muestreo.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL AGUA Y SU CONFORMIDAD CON EL D.S. N° 031-2010-SA.

Los parámetros microbiológicos constituyen un indicador esencial para evaluar la potabilidad del agua, ya que la presencia de microorganismos patógenos representa un riesgo directo de enfermedades de origen hídrico. En este contexto, el análisis de indicadores como coliformes totales y coliformes termotolerantes (o fecales) permite determinar el grado de contaminación microbiológica y la eficacia de los procesos de tratamiento y desinfección aplicados.

Los resultados obtenidos en la presente investigación permiten identificar el cumplimiento o incumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

Tabla 03: Resultados de los Parámetros Microbiológicos del Agua en Relación con el D.S. N.º 031-2010-SA.

PARÁMETROS	PUNTOS DE MUESTREO			PROMEDIO DIO	LMP D.S. N° 031-2010-SA		OBSERVACIÓN
	PM1	PM2	PM3				
Coliformes totales (NMP/100ml)	<4	<8	<10	<7.3	00		No cumple
Coliformes termotolerantes o fecales (NMP/100ml)	<1	<2	<2	<1.6	00		No cumple

4.1.1. COLIFORMES TOTALES

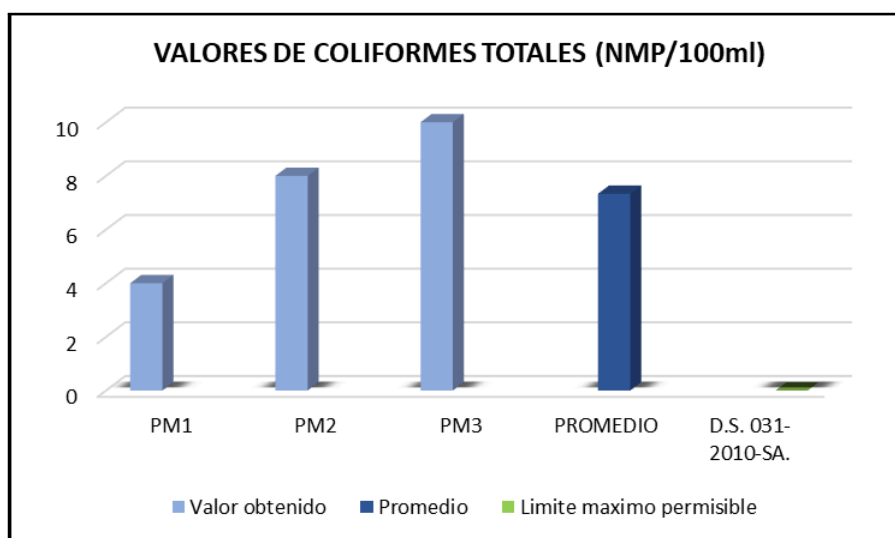


Figura 03: Concentración de coliformes totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

El D.S. N.º 031-2010-SA exige que los coliformes totales estén en 0 NMP/100 mL en el 95 % de las muestras del programa de monitoreo (y E. coli = 0 en todas las muestras).

Esto significa que, idealmente, cada muestra individual debería resultar 0 para considerar el sistema libre de contaminación fecal/indicadora.

Los tres puntos muestran recuentos muy bajos (valores reportados como menores que 4, 8 y 10 NMP/100 mL). Aunque son bajos, no son cero según el informe del laboratorio, por lo que no cumplen de forma estricta con el criterio “0 NMP/100 mL” de la norma para cada muestra. “Los recuentos de coliformes totales obtenidos en las tres estaciones muestreadas fueron bajos pero no indetectables: PM1 <4 NMP/100 mL, PM2 <8 NMP/100 mL y PM3 <10 NMP/100 mL. El D.S. N.º 031-2010-SA exige 0 NMP/100 mL como criterio de aceptabilidad (en al menos 95 % del programa de muestreo) en todas las muestras; por tanto, los resultados reportados no alcanzan el criterio “0” exigido por la norma para cada muestra.

4.1.2. COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES

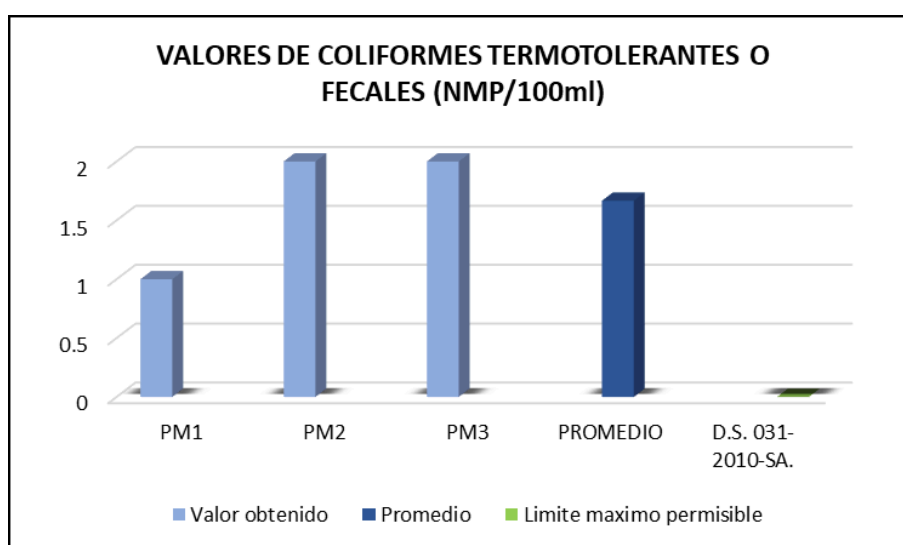


Figura 04: Concentración de coliformes termotolerantes o fecales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

El decreto supremo D.S. N.º 031-2010-SA establece que para consumo humano debe cumplirse E. coli = 0 NMP/100 mL en todas las muestras. En la práctica, los coliformes termotolerantes se interpretan como equivalentes a E. coli; por lo tanto, también deben ser 0 NMP/100 mL.

Los resultados de coliformes termotolerantes mostraron recuentos inferiores a 1–2 NMP/100 mL en los puntos de muestreo, lo que evidencia niveles bajos pero detectables. Según el D.S. N.º 031-2010-SA, la exigencia para agua de consumo humano es la ausencia absoluta (0 NMP/100 mL), por lo que los resultados obtenidos representan un incumplimiento estricto del estándar normativo. Esta situación indica una posible contaminación fecal reciente o deficiencia en la desinfección del sistema, razón por la cual se recomienda reforzar el control del cloro residual, realizar nuevos muestreos confirmatorios y evaluar el estado sanitario del sistema de distribución.

4.2. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICOS DEL AGUA Y SU CUMPLIMIENTO CON EL D.S. N.º 031-2010-SA.

Los parámetros organolépticos constituyen una parte fundamental en la evaluación de la calidad del agua para consumo humano, ya que están directamente relacionados con sus características perceptibles por los sentidos, como el olor, sabor, color y turbidez. Aunque estos parámetros no siempre implican riesgos directos para la salud, su alteración puede indicar la presencia de contaminantes físicos, químicos o biológicos, así como deficiencias en los procesos de captación, tratamiento o distribución del agua.

El análisis de estos indicadores permite determinar el grado de aceptación del agua por parte de los usuarios y verificar el cumplimiento de los estándares de calidad establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.. En este sentido, los resultados obtenidos ofrecen una visión integral del estado sensorial del recurso hídrico y contribuyen a fortalecer la gestión y control de la calidad del agua destinada al consumo humano.

Los análisis de los parámetros organolépticos del agua recolectada en los tres puntos de muestreo (PM1: captación, PM2: reservorio JASS, PM3: última vivienda) fueron realizados conforme a los lineamientos establecidos en el D.S. N.º 031-2010-SA. Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 04, evaluando los parámetros de aspecto, color, olor sabor, Ph, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos y dureza total.

Tabla 04: Resultados de concentración de los parámetros organolépticos en comparación con el D.S. 031-2010-SA.

RESULTADOS DEL ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS DEL AGUA						
PARÁMETRO	PUNTOS DE MUESTREO			PROMEDIO	LMP	OBSERVACIÓN
	PM1	PM2	PM3		D.S. N° 031-2010-SA	
Olor	Inodoro	Inodoro	Inodoro	Incoloro	Acceptable	Acceptable
Sabor	Insípido	Insípido	Insípido	Incoloro	Acceptable	Acceptable
Color mUCV (Pt/Co)	Incoloro	Incoloro	Incoloro	Incoloro	≤ 15	Acceptable
pH	7.4	7.13	6.67	7.06	6.5 - 8.5	Acceptable
Conductividad Eléctrica (mS/cm)	0.05	0.04	0.06	0.05	< 1.5	Acceptable
Sólidos Totales Disueltos (g/l)	0.032	0.035	0.036	0.034	1000	Acceptable
Dureza Total (mg/l)	285.00	292.60	304.00	293.86	500	Acceptable

4.2.1. OLOR

Según la evaluación sensorial, el agua no presentó olores anómalos, siendo calificada como inodora en las tres muestras, por lo tanto, se encuentra dentro de lo aceptable.

4.2.2. SABOR

El análisis sensorial determinó que el sabor del agua fue insípido en los tres puntos, lo que también cumple con el criterio de aceptabilidad establecido en la normativa.

4.2.3. COLOR

El color fue incoloro en todos los puntos de análisis, cumpliendo con el valor permitido (≤ 15 UCV), lo cual indica una adecuada transparencia y ausencia de contaminación visible.

4.2.4. PH

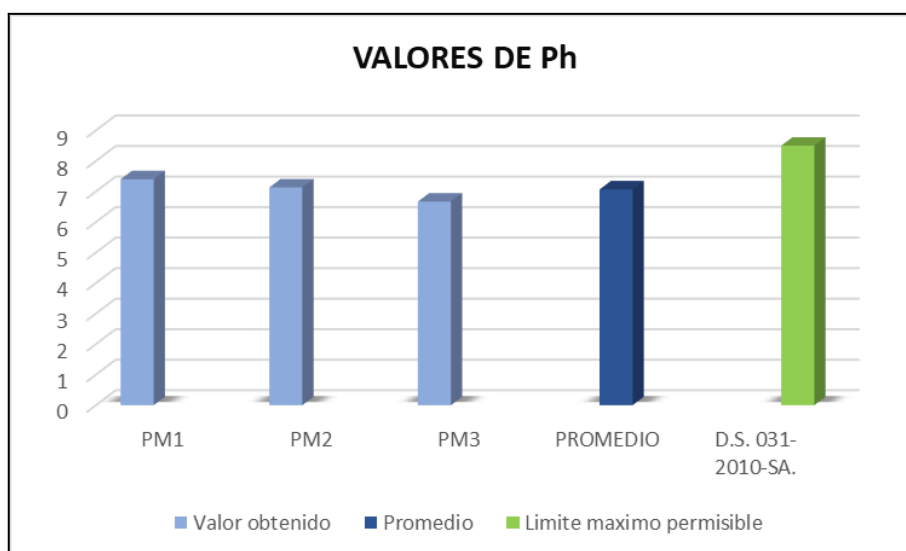


Figura 05: Concentración de Ph en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujío Suyo - 2025.

Según el Decreto Supremo 031-2010-SA, indica que los niveles de Ph deben estar en el rango de 6.5 - 8.5, y todos los valores se encuentran dentro del rango permisible, lo que indica que el agua no presenta condiciones de acidez y alcalinidad que puedan afectar la salud humana o la red de distribución.

4.2.5. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

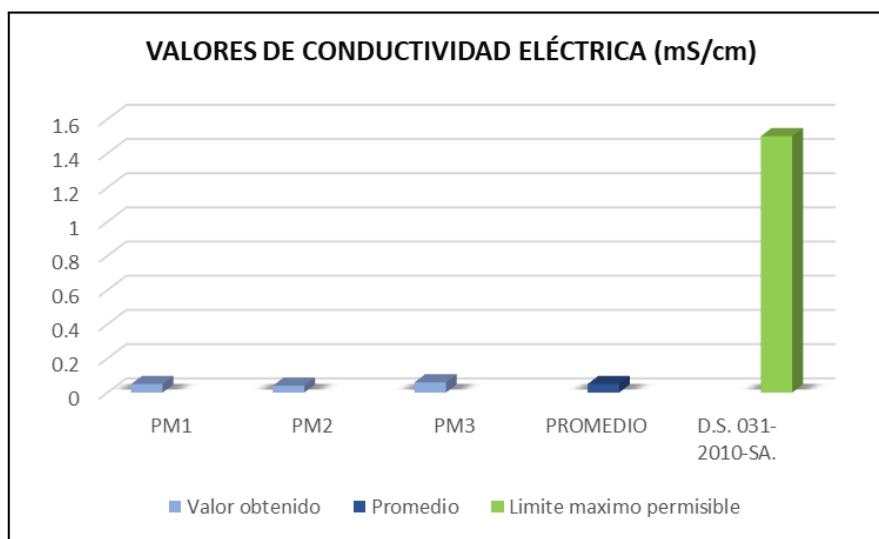


Figura 06: Concentración de Conductividad eléctrica en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

La norma no establece un valor máximo permisible específico para C.E en el D.S. 031-2010-SA; sin embargo, los valores menores a 1.5 mS/cm son comúnmente considerados como adecuados para consumo humano por organismos internacionales. Los valores obtenidos indican baja salinidad, lo cual es favorable para el consumo humano y refleja buena calidad del agua en este aspecto.

4.2.5. SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES

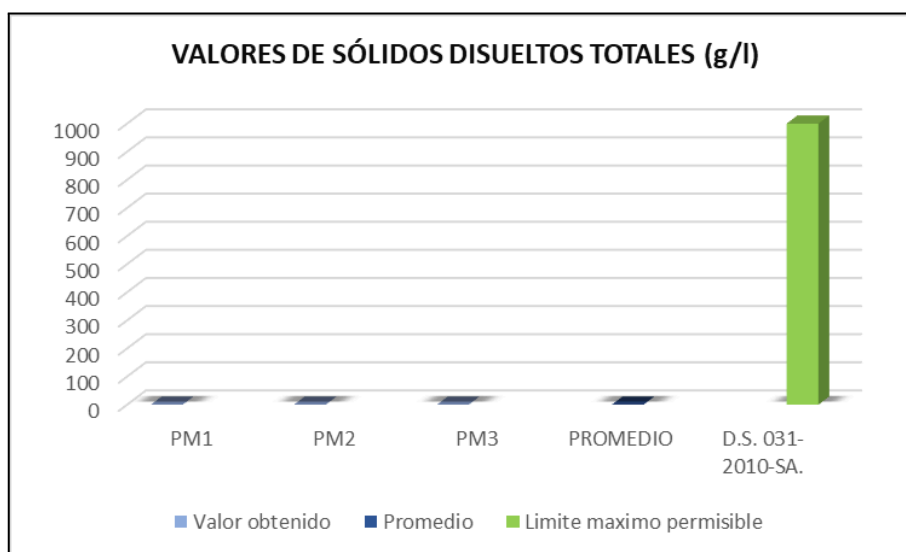


Figura 07: Concentración de sólidos disueltos totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Los resultados obtenidos para los Sólidos Disueltos Totales en los puntos PM1 (captación), PM2 (reservorio) y PM3 (última vivienda) presentan concentraciones muy bajas (entre 0.032 y 0.036 mg/L). Estando ampliamente por debajo del límite establecido por el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA, que es de 1000 mg/L. Esto evidencia que el agua distribuida cumple con los estándares nacionales de calidad para este parámetro, tanto en el sistema de almacenamiento como en el punto final de consumo.

4.2.5. DUREZA TOTAL (CACO₃)

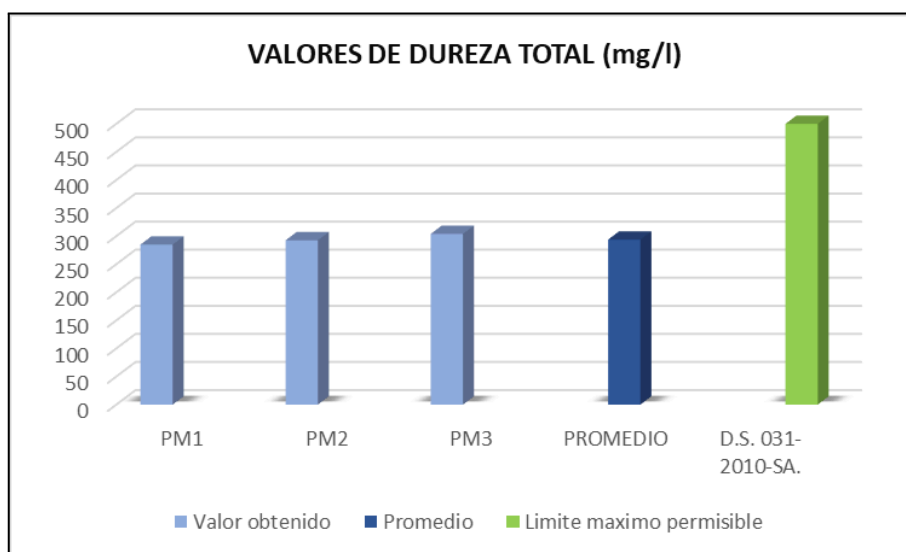


Figura 08: Concentración de sólidos disueltos totales en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Según el DS N° 031-2010-SA (Anexo III, Calidad del agua para consumo humano), el límite máximo permisible (LMP) para dureza total es 500 mg/L. La dureza total del agua en los tres puntos evaluados (PM1, PM2 y PM3) se encuentra por debajo del valor máximo permisible de 500 mg/L establecido en el DS N.º 031-2010-SA, indicando que el agua cumple con los estándares de calidad química para consumo humano en este parámetro. Sin embargo, se observa un incremento progresivo hacia la última vivienda, lo que sugiere posibles interacciones con la red de distribución.

4.3. RESULTADOS DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS

La evaluación de los parámetros químicos inorgánicos constituye un componente esencial en el análisis de la calidad del agua para consumo humano, ya que permite identificar la presencia de iones y metales, que en concentraciones elevadas, pueden afectar la salud y las propiedades fisicoquímicas del recurso. En el presente estudio se analizaron los niveles de cloruros, sulfatos, nitratos, magnesio, plomo, zinc, arsénico, mercurio y cobre, de acuerdo con los límites máximos permisibles establecidos en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA.

Los resultados obtenidos permiten determinar el grado de cumplimiento de la normativa sanitaria vigente y valorar la posible influencia de fuentes naturales o antrópicas en la composición química del agua, contribuyendo así a una gestión más eficiente y segura del recurso destinado al consumo humano, los valores obtenidos se detallan en la tabla 04.

Tabla 05 Resultados de concentración de los parámetros químicos inorgánicos en comparación con el D.S. 031-2010-SA.

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS						
PARÁMETROS	PUNTOS DE MUESTREO			PROM	D.S. N°	OBSERVACION
	PM1	PM2	PM3	EDIO	031-2010-SA	
Cloruros (mg/l)	42.55	48.22	53.90	48.22	250	Cumple
Sulfatos (mg/l)	98.00	104.00	108.00	103.3	250	Cumple
Nitratos (mg/l)	0.05	0.06	0.07	0.06	50	Cumple
Magnesio (mg/l)	34.85	34.86	36.68	35.46	—	Cumple
Cadmio (mg/l)	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.003	Cumple
Plomo (mg/l)	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	0.01	Cumple
Zinc (mg/l)	0.05	0.07	0.06	0.06	3	Cumple
Arsénico (mg/l)	0.007	0.008	0.008	0.0076	0.01	Cumple

RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS

Mercurio (mg/l)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.001	Cumple
Cobre (mg/l)	0.02	0.03	0.03	0.026	2	Cumple

4.3.1. CLORUROS (CL⁻)

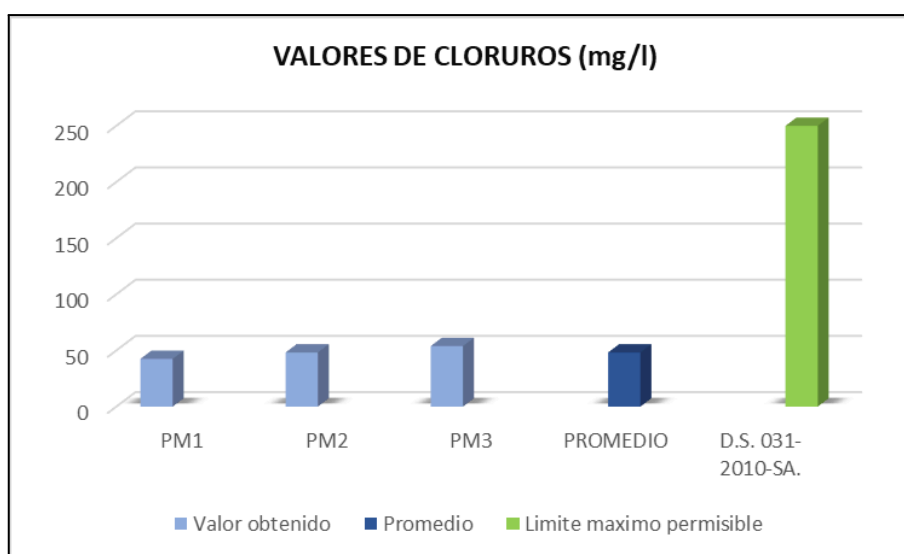


Figura 09: Concentración de cloruros en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Según el DS N° 031-2010-SA, el límite máximo permisible (LMP) para cloruros es 250 mg/L. Los valores de cloruros en todos los puntos están muy por debajo del límite normativo (250 mg/L). Aunque existe un ligero incremento hacia la última vivienda, este aumento no compromete la calidad del agua. Los valores observados son comunes en aguas de buena calidad y no representan riesgo para la salud ni problemas organolépticos (sabor salado).

4.3.2. SULFATOS (SO=4)

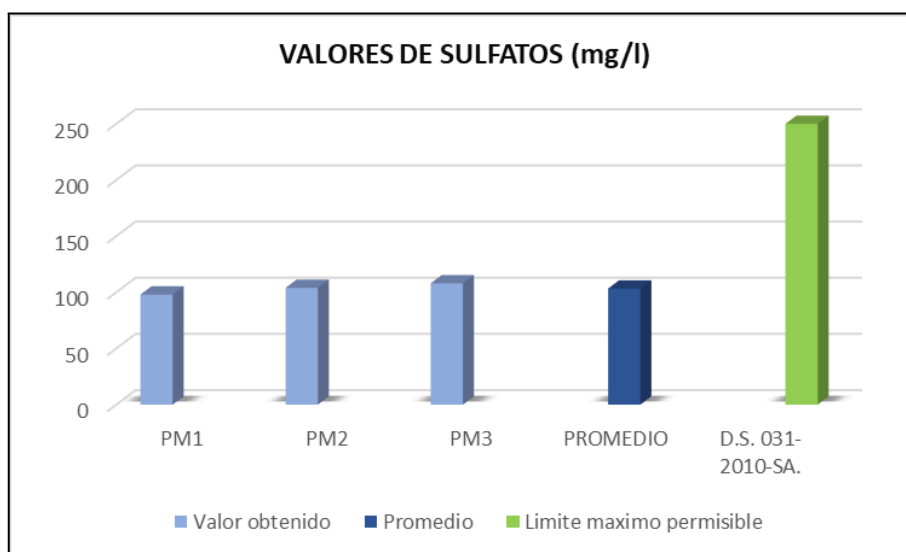


Figura 10: Concentración de sulfatos en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Según el DS N° 031-2010-SA, el límite máximo permisible (LMP) para sulfatos es 250 mg/L. Los valores de cloruros en todos los puntos están muy por debajo del límite normativo (250 mg/L). Aunque existe un ligero incremento hacia la última vivienda, este aumento no compromete la calidad del agua. Los valores observados son comunes en aguas de buena calidad y no representan riesgo para la salud ni problemas organolépticos (sabor salado).

4.3.3. NITRATOS (NO-3)

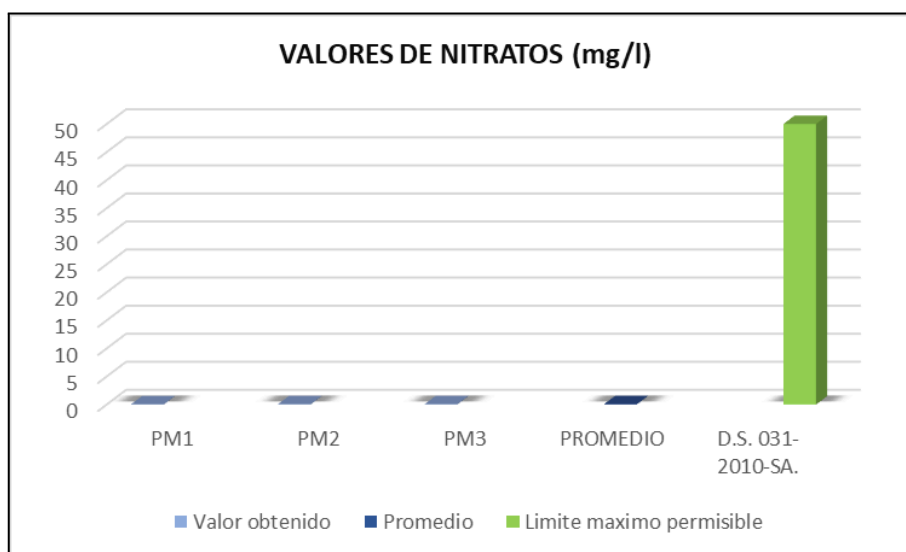


Figura 11: Concentración de nitratos en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Según el DS N° 031-2010-SA, el límite máximo permisible (LMP) para nitratos es 50 mg/L. Todos los puntos cumplen ampliamente con la norma. Los valores son muy bajos comparados con el VMP de 50 mg/L, lo cual indica que no existe riesgo de metahemoglobinemia (afecta principalmente a lactantes). No se observan incrementos relevantes en el sistema de distribución; los valores son estables y seguros.

4.3.4. MAGNESIO (MG++)

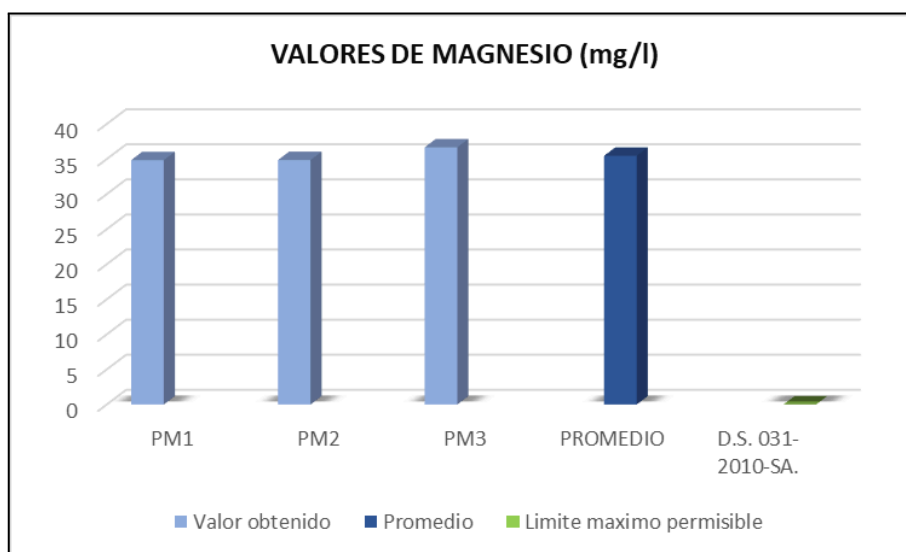


Figura 12: Concentración de magnesio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyu - 2025.

En el DS N.º 031-2010-SA no hay VMP específico para magnesio; se considera parámetro referencial porque su relevancia sanitaria se evalúa principalmente a través de la dureza total ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Valores típicos de agua potable y coherentes con la dureza total que ya se reportó (moderadamente dura). Se observa un ligero incremento hacia PM3, sin implicancias sanitarias por sí solo; puede asociarse a interacción con la red o concentración de sales. Junto con calcio y dureza, sugiere mineralización estable del sistema.

4.3.5. CADMIO (CD)

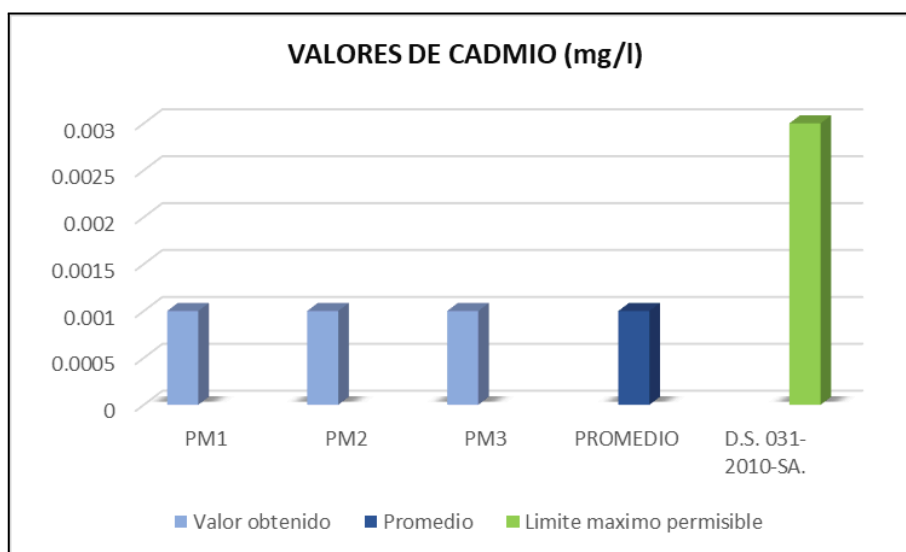


Figura 13: Concentración de cadmio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Según D.S. N° 031-2010-SA el límite Máximo Permissible (LMP) es de 0.003 mg/L (Cd). El cadmio es un metal tóxico y no fue detectado en los tres puntos muestreados (PM1, PM2, PM3), con concentraciones <0.001 mg/L por Absorción Atómica (AAS). Estos valores están por debajo del Valor Máximo Permissible establecido en el D.S. N.° 031-2010-SA (0.003 mg/L), por lo que no se identifica riesgo sanitario por exposición a cadmio en el sistema evaluado. El límite de detección del método (0.001 mg/L) es inferior al LMP, cumpliendo los criterios de evaluación analítica exigidos por la normativa.

4.3.6. PLOMO (PB)

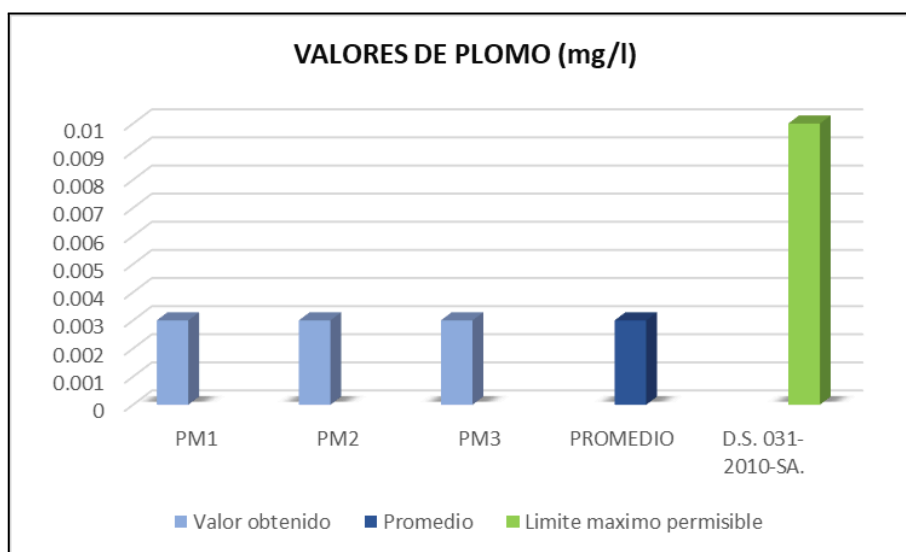


Figura 14: Concentración de plomo en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Límite Máximo Permissible (LMP) según D.S. N° 031-2010-SA es de 0.01 mg/L (Pb). Como exige el reglamento, el límite de detección del plomo (0.003 mg/L) es menor al LMP (0.01 mg/L), garantizando confiabilidad. El plomo es uno de los metales más críticos en agua potable debido a su neurotoxicidad (particularmente en niños). La no detección respalda la seguridad del sistema en este parámetro. El plomo no fue detectado en ninguno de los puntos de muestreo (PM1, PM2, PM3), con concentraciones <0.003 mg/L, mediante absorción atómica (AAS). Estos resultados se encuentran por debajo del Valor Máximo Permissible establecido en el D.S. N.° 031-2010-SA (0.01 mg/L), cumpliendo con los estándares de calidad de agua para consumo humano y descartando riesgo sanitario por exposición a plomo en el sistema evaluado.

4.3.7. ZINC (ZN)

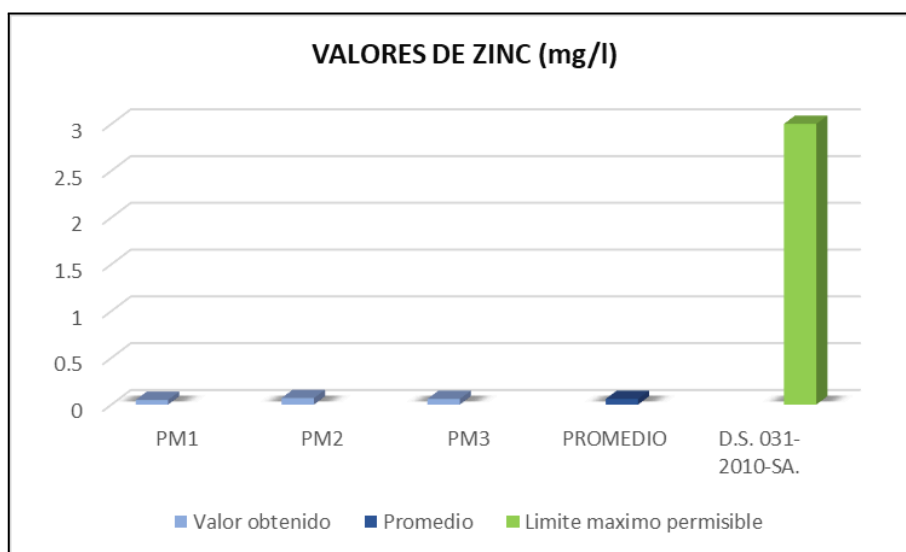


Figura 15: Concentración de zinc en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

El límite Máximo Permisible (LMP) según D.S. N° 031-2010-SA es de 3.0 mg/L (Zn). El zinc se encontró en concentraciones entre 0.05 y 0.07 mg/L en los tres puntos de muestreo, valores muy por debajo del límite máximo permisible de 3.0 mg/L establecido en el D.S. N.º 031-2010-SA. Estos resultados indican que no existe riesgo.

4.3.8. ARSÉNICO (AS)

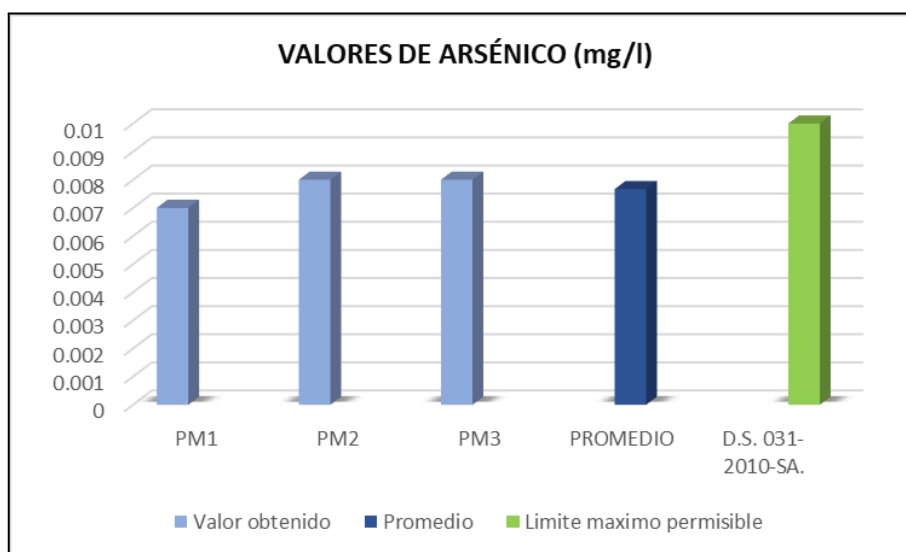


Figura 16: Concentración de arsénico en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Límite Máximo Permissible (LMP) según D.S. N° 031-2010-SA es de 0.01 mg/L (As). El arsénico presentó valores entre 0.007 y 0.008 mg/L en los puntos de muestreo, todos por debajo del límite máximo permissible de 0.01 mg/L establecido en el D.S. N.º 031-2010-SA. Aunque los valores se encuentran cercanos al límite normativo, cumplen con el estándar de agua para consumo humano. El arsénico es uno de los metales de mayor importancia sanitaria debido a sus efectos crónicos (carcinogenicidad y toxicidad sistémica). Por ello, aunque cumple, su monitoreo constante es prioritario en cualquier sistema de abastecimiento.

4.3.9. MERCURIO (HG)

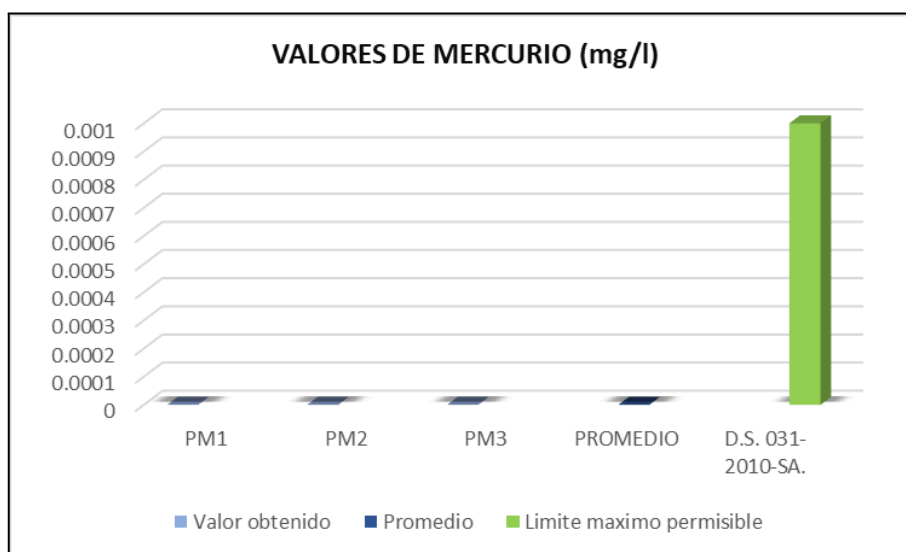


Figura 17: Concentración de mercurio en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Límite Máximo Permissible (LMP) según D.S. N° 031-2010-SA es de 0.001 mg/L (Hg). El mercurio no fue detectado en las muestras de agua (valores reportados como 0.00 mg/L), lo que confirma el cumplimiento del límite máximo permisible de 0.001 mg/L según el D.S. N.º 031-2010-SA. Estos resultados indican que no existe riesgo sanitario asociado a la presencia de mercurio en el sistema de abastecimiento evaluado. El mercurio es uno de los metales más peligrosos en agua potable debido a su neurotoxicidad y bioacumulación. La ausencia de detección respalda la seguridad del agua en este aspecto.

4.3.10. COBRE (CU)

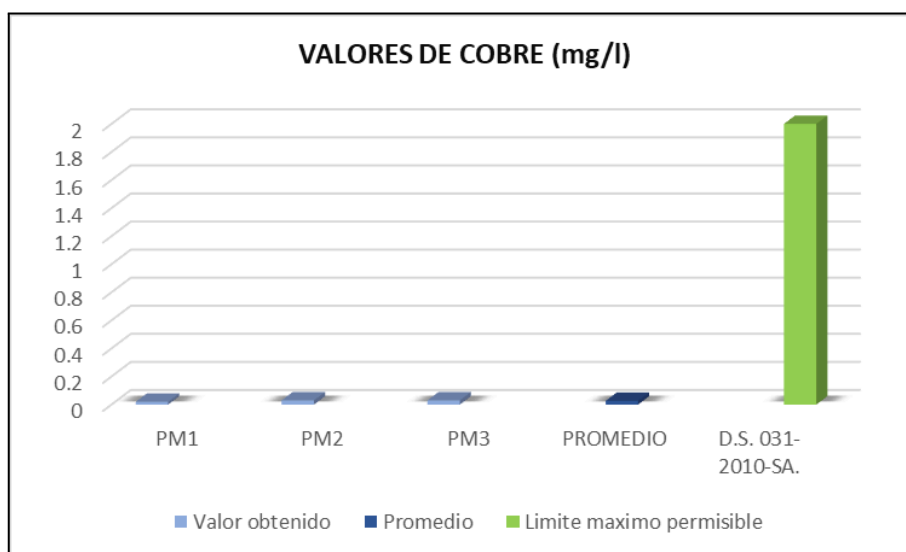


Figura 18: Concentración de cobre en aguas de consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo - 2025.

Valor Máximo Permisible (VMP) según D.S. N° 031-2010-SA es de 2.0 mg/L (Cu). El cobre se detectó en concentraciones de 0.02 a 0.03 mg/L en los puntos de muestreo, valores muy por debajo del límite máximo permisible de 2.0 mg/L establecido en el D.S. N.º 031-2010-SA. Esto demuestra que no existe riesgo sanitario por este metal y que las variaciones observadas son mínimas y atribuibles al sistema de conducción. El cobre es un micronutriente esencial, pero en exceso puede generar problemas gastrointestinales y sabor metálico en el agua. Los valores obtenidos están dentro de un rango seguro y aceptable.

4.4. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Dada la afirmación: La calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025, no es apta para el consumo humano.

- **Planteamos la Hipótesis Nula (H_0)**

H_0 = La calidad del agua del Centro Poblado de Challapujio Suyo es apta para el consumo humano.

- **Planteamos la Hipótesis Alternativa (H_1)**

H_1 = La calidad del agua del Centro Poblado de Challapujio Suyo no es apta para el consumo humano.

Dado que los parámetros microbiológicos no cumplen con la normativa, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1). Se confirma que la calidad del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo no es apta para el consumo humano, debido al incumplimiento de los parámetros microbiológicos, a pesar de que los parámetros organolépticos y químicos inorgánicos se encuentran dentro de los límites establecidos en el D.S. 031-2010-SA.

CONCLUSIONES

PRIMERA.- Los resultados de los parámetros microbiológicos indican que el agua del sistema de abastecimiento evaluado no cumple con los estándares establecidos en el D.S. 031-2010-SA. Sin embargo, los resultados de los parámetros organolépticos y químicos inorgánicos se encuentran dentro de los límites permisibles, dado el incumplimiento de los estándares microbiológicos, el agua evaluada NO es apta para el consumo humano, a pesar de que los demás parámetros analizados cumplan con la normativa.

SEGUNDA.- Respecto a los parámetros organolépticos y fisicoquímicos, se registraron los siguientes valores: pH = 7.06, conductividad eléctrica = 0.05 mS/cm, sólidos totales disueltos (STD) = 0.034 g/L y dureza total = 293.86 mg/L. Estos parámetros se encuentran dentro de los rangos permisibles establecidos en la normativa vigente, lo que indica que el agua evaluada presenta características aceptables en términos de sabor, olor y composición mineral.

TERCERA.- Respecto a los parámetros químicos inorgánicos, los resultados obtenidos indican que el agua del sistema de abastecimiento cumple con los Estándares de Calidad para Agua de Consumo Humano, de acuerdo con lo establecido en el Decreto Supremo N.º 031-2010-SA. Se registraron los siguientes valores: Cloruros 48.2 mg/L, Sulfatos 103.3 mg/L, Nitratos 0.06 mg/L, Magnesio 35.46 mg/L, Cadmio < 0.001 mg/L, Plomo < 0.003 mg/L, Zinc 0.06 mg/L, Arsénico 0.0076 mg/L, Mercurio 0.00 mg/L y Cobre 0.026 mg/L. Estos valores se encuentran dentro de los límites máximos permisibles, lo cual indica que la concentración de sales minerales y metales presentes en el agua no representa un riesgo para la salud humana en condiciones normales de consumo.

RECOMENDACIONES

Primera.- Dado que el agua del sistema de abastecimiento presenta incumplimiento en los parámetros microbiológicos, se recomienda implementar un proceso de desinfección continua, preferentemente mediante cloración en dosis controladas, asegurando un residual de cloro libre entre 0.5 a 1.5 mg/L en la red de distribución. Asimismo, se sugiere realizar mantenimiento y limpieza periódica del sistema de captación, almacenamiento y distribución, con el propósito de reducir focos de contaminación microbiológica.

Segunda.- A pesar de que los parámetros organolépticos y fisicoquímicos se encuentran dentro de los rangos establecidos, se recomienda mantener un monitoreo constante y programado a fin de asegurar la estabilidad de la calidad del agua en el tiempo. Para ello, la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento (JASS) o entidad responsable deberá programar evaluaciones trimestrales de pH, dureza, conductividad y sólidos totales disueltos.

Tercera.- Considerando que los parámetros químicos inorgánicos se encuentran dentro de los límites permisibles, se recomienda continuar con el control y vigilancia periódica de metales pesados en coordinación con la Micro Red de Salud o entidad reguladora competente, con la finalidad de prevenir riesgos asociados a posibles variaciones geológicas o antropogénicas en la zona.

BIBLIOGRAFÍA

- Autoridad Nacional del Agua, (2021). Resolución administrativa N° 0067-2021-ANA-AAA.TIT-ALA.ILAVE.
<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/68-RA-67-2021-02.pdf>
- Blanco, M. C. (2018). Estudio de la Calidad de Agua Potable para Consumo Humano en el Distrito de Cabanillas, Provincia San Román, Departamento de Puno [Universidad Nacional del Altiplano].
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/10619>
- Ccapa Huayta, L. C. (2024). Calidad del agua para consumo humano del sector Tunuhuri Grande centro poblado de Ichu—Puno—2023. Universidad Privada San Carlos. Recuperado de <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/827>
- Ccora, B. R. (2022). Evaluación de la Calidad del Agua para Consumo Humano de la Localidad de Acobamba [Universidad Nacional de Huancavelica].
<http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/4728>
- Duarte, L. (2022). Evaluación de la calidad del agua del manantial “El Paraíso” en Santiago de Cuba. *Revista Cubana de Química*, 34(2), 303-314
- ENVIRA (2020). Factores que intervienen en la calidad ambiental.
<https://envira.es/es/factores-calidad-ambiental/>
- Gianoli, A., Hung, A., y Shiva, C. (2018). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017. *Investigación Original / Original Research*, 2(3460), 10.
- Hernández, C., Rodríguez, G., Acosta, R. I., & Garza, E. (2018). Análisis Fisicoquímico y Microbiológico de Agua Purificada en Reynosa, Tamaulipas. *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 20(1), 41–46. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v20i1.528>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Hernández Vásquez, L., Chamizo García, H., & Mora Alvarado, D. (2011). *Calidad del*

- agua para consumo humano y salud: dos estudios de caso en Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 20(1), 21-26.
- Hoyos, J. E. R. (2020). Calidad del Agua Potable de la Ciudad de Bagua– Amazonas, 2018 [Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <https://doi.org/10.25127/ucni.v3i3.637>
- Hurtado Arrieta, H. J. (2021). Evaluación de parámetros físico – químico y microbiológico para determinar la categoría de sus aguas – C.P. Quillazu – Oxapampa – 2016. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco.
- Londoño Gaitan, O. P. (2007). Caracterización De Parámetros Microbiológicos Y Físicoquímicos Del Sistema Para Producir Agua Desionizada Tipo Ii, En Una Industria Cosmética. Universidad Militar Nueva Granada.
- Loné, P. (2018). Indicadores de calidad del <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>
- Organización mundial de la Salud, O. (2006). Guías para la calidad del agua potable Primer Apéndice A La Tercera Edición Volumen 1 Recomendaciones Organización Mundial de la Salud (Tercera, Vol. 1). Geneva: WHO Suiza: Ediciones de la OMS,.
- Ponce Vega, L. A. (2015). Puquios, Qanats y Manantiales: Gestión del Agua en el Perú Antiguo Puquios, Qanats And Springs: Water Managent In Ancient Perú. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú., 12(3), 279-296.
- Saguapac. (2016). ¿Qué es el Agua Potable? Definición y Características | SAGUAPAC. <https://www.saguapac.com.bo/como-se-define-el-agua-potable/>
- Sánchez, B. M., Franco, F. A., Pinedo, M. N., & Kucharsky, A. D. (2022). Diagnóstico de la calidad de agua para consumo humano en las comunidades Carmen Pampa y Chovacollo en Coroico—Bolivia. 10(4), 443-460.
- Sensores e instrumentación Guemisa S.L. (2007). Oxígeno Disuelto. Madrid.
- Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, S. (2018). La calidad del agua potable en el Perú. Publicación oficial.
- Surita, N. (2022). Diseño y caracterización del proceso de una planta de tratamiento de

agua para consumo humano en el distrito Sondorillo, provincia Huancabamba, Departamento Piura. 1-110.

Tacora, S. K. M. (2018). Evaluación de los parámetros de control obligatorio del agua potable de la zona urbana en la ciudad de Juli, Provincia de Chucuito, Región Puno, 2018 [Universidad Peruana Unión].
https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1696/Shadit_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tarazona, Y. (2022). Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el Distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald, 2021. Ciencia e Investigación, 4(1), 78-79.


UNESCO. (2022). Aguas Subterráneas Hacer visible el recurso invisible (p. 12) [Informe 53 Ejecutivo]. Italia: UNESCO.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia: calidad del agua para el consumo humano del centro poblado de Challapujio Suyo del distrito de Ilave - 2025

Problema		Variable	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Metodología
Problema General	Objetivo General					
<p>¿Cuál será la calidad del agua de consumo humano en Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros microbiológicos del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave?</p>	<p>Determinar la calidad del agua para el consumo humano en el Centro Poblado de Challapujio Suyo, 2025.</p> <p>Objetivo Específico</p> <p>Analizar la concentración de los parámetros microbiológicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.</p>	Univariable	Microbiológico	<p>Bacterias Coliformes totales. E. coli. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales.</p>	DS N° 031-2010-SA Laboratorio	<p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Diseño de investigación: experimental</p> <p>Tipo: Descriptivo transversal</p> <p>Población: JASS del CP. Challapujio Suyo (123 instalaciones)</p> <p>Muestra: PM1, PM2, PM3.</p>
<p>¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros organolépticos del agua para el consumo humano del Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave?</p>	<p>Determinar la concentración de los parámetros organolépticos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.</p>		Organoléptico	<p>Olor. Sabor. Color. Ph. Conductividad Sólidos totales disueltos Dureza total.</p>		
<p>¿Cuál será el nivel de concentración de los parámetros químicos inorgánicos del agua para el consumo humano en Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave?</p>	<p>Determinar la concentración de los parámetros químicos inorgánicos del agua en el Centro Poblado de Challapujio Suyo del Distrito de Ilave.</p>		Químico inorganico	<p>Cloruros. Sulfatos. Nitratos. Magnesio. Cadmio. Plomo. Zinc. Arsénico. Mercurio. Cobre.</p>		

Anexo 02: Análisis de laboratorio de parámetros microbiológicos.



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C

MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
ANÁLISIS DE AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR
COMPARACIÓN DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL
RUC: 20612800741.

INFORME DE ENSAYO 0146/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

A S U N T O: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : C.P. SUYO – ILAVE EL COLLAO - PUNO.
INTERESADO : CLEBER E. CONDORI VELASQUEZ.
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.
FECHA DE MUESTREO : 06/08/2025 (por el interesado).
FECHA DE ANÁLISIS : 07/08/2025.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto	: Líquido	Olor	: Inodoro
Color	: Incoloro	Sabor	: Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
pH		7.04	7.13	6.67	Potenciómetro
C.E	mS/cm	0.05	0.04	0.06	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.00	14.00	13.80	Termómetro
Sólidos Disueltos Totales	g/l	0.032	0.035	0.036	Evaporación y pesaje

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	285.00	292.60	304.00	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO ₃)	mg/l	133.08	155.26	199.82	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	42.55	48.22	53.90	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/l	98.00	104.00	108.00	Espectrofotometría (Método de bario)
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.05	0.08	0.07	método colorimétrico
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/l	56.24	59.28	60.80	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/l	34.86	34.86	36.68	Titulación con EDTA
Cadmio (como Cd)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	Absorción atómica
Plomo (como Pb)	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	Absorción atómica
Zinc (como Zn)	mg/l	0.05	0.07	0.06	Absorción atómica
Arsénico (como As)	mg/l	0.007	0.008	0.008	Absorción atómica
Mercurio (como Hg)	mg/l	0.00	0.00	0.00	Absorción atómica
Cobre (como Cu)	mg/l	0.02	0.03	0.03	Absorción atómica

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Coliformes totales	NMP/100ml	<4	<8	<10	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1	<2	<2	APHA 9222D / EPA 1603


INTERPRETACION:

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

- La muestra se recepción en el laboratorio.

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pégola - Puno
Cel. 973296546 – 983003185

Anexo 03: Análisis de laboratorio de parámetros organolépticos.



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C

MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
ANÁLISIS DE AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR
COMPARACIÓN DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL
RUC: 20612800741.

INFORME DE ENSAYO 0146/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

A S U N T O: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : C.P. SUYO – ILAVE EL COLLAO - PUNO.
INTERESADO : CLEBER E. CONDORI VELASQUEZ.
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.
FECHA DE MUESTREO : 06/08/2025 (por el interesado).
FECHA DE ANÁLISIS : 07/08/2025.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto	: Líquido	Olor	: Inodoro
Color	: Incoloro	Sabor	: Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
pH		7.04	7.13	6.67	Potenciómetro
C.E	mS/cm	0.05	0.04	0.06	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.00	14.00	13.80	Termómetro
Sólidos Disueltos Totales	g/l	0.032	0.035	0.036	Evaporación y pesaje

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	285.00	292.60	304.00	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO ₃)	mg/l	133.08	155.26	199.62	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	42.55	48.22	53.90	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/l	98.00	104.00	108.00	Espectrofotometría (Método de bario)
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.05	0.08	0.07	método colorimétrico
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/l	56.24	59.28	60.80	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/l	34.86	34.86	36.68	Titulación con EDTA
Cadmio (como Cd)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	Absorción atómica
Plomo (como Pb)	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	Absorción atómica
Zinc (como Zn)	mg/l	0.05	0.07	0.06	Absorción atómica
Arsénico (como As)	mg/l	0.007	0.008	0.008	Absorción atómica
Mercurio (como Hg)	mg/l	0.00	0.00	0.00	Absorción atómica
Cobre (como Cu)	mg/l	0.02	0.03	0.03	Absorción atómica

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Coliformes totales	NMP/100ml	<4	<8	<10	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1	<2	<2	APHA 9222D / EPA 1603


INTERPRETACION:

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

- La muestra se recepción en el laboratorio.

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pégola - Puno
Cel. 973296546 – 983003185

Anexo 04: Análisis de laboratorio de parámetros químicos inorgánicos.



MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C

MEGALABORATORIOS QUÍMICOS DE LOS ANDES S.A.C
ANÁLISIS DE AGUAS – SUELOS – MINERALES Y OTROS.
CON EQUIPOS CALIBRADOS Y CERTIFICADOS POR
COMPARACIÓN DE TRAZABILIDAD DIRECTA DE INACAL
RUC: 20612800741.

INFORME DE ENSAYO 0146/MQA
RESULTADO DE ANÁLISIS

A S U N T O: ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA.

PROCEDENCIA : C.P. SUYO – ILAVE EL COLLAO - PUNO.
INTERESADO : CLEBER E. CONDORI VELASQUEZ.
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO.
FECHA DE MUESTREO : 06/08/2025 (por el interesado).
FECHA DE ANÁLISIS : 07/08/2025.

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

Aspecto	: Líquido	Olor	: Inodoro
Color	: Incoloro	Sabor	: Insípido

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
pH		7.04	7.13	6.67	Potenciómetro
C.E	mS/cm	0.05	0.04	0.06	Conductímetro
Temperatura (°C)	°C	14.00	14.00	13.80	Termómetro
Sólidos Disueltos Totales	g/l	0.032	0.035	0.036	Evaporación y pesaje

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Dureza Total (como CaCO ₃)	mg/l	285.00	292.60	304.00	Titulación con EDTA
Alcalinidad (como CaHCO ₃)	mg/l	133.08	155.26	199.62	Titulación ácido-base
Cloruros (como Cl ⁻)	mg/l	42.55	48.22	53.90	Titulación de Mohr
Sulfatos (como SO ₄ ²⁻)	mg/l	98.00	104.00	108.00	Espectrofotometría (Método de bario)
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/l	0.05	0.08	0.07	método colorimétrico
Calcio (como Ca ⁺⁺)	mg/l	56.24	59.28	60.80	Titulación con EDTA
Magnesio (como Mg ⁺⁺)	mg/l	34.86	34.86	36.68	Titulación con EDTA
Cadmio (como Cd)	mg/l	<0.001	<0.001	<0.001	Absorción atómica
Plomo (como Pb)	mg/l	<0.003	<0.003	<0.003	Absorción atómica
Zinc (como Zn)	mg/l	0.05	0.07	0.06	Absorción atómica
Arsénico (como As)	mg/l	0.007	0.008	0.008	Absorción atómica
Mercurio (como Hg)	mg/l	0.00	0.00	0.00	Absorción atómica
Cobre (como Cu)	mg/l	0.02	0.03	0.03	Absorción atómica

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO:

PARAMETROS	UNIDAD	PM - 01	PM - 02	PM - 03	METODOLOGIA
Coliformes totales	NMP/100ml	<4	<8	<10	APHA 9221B / EPA 1680
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	<1	<2	<2	APHA 9222D / EPA 1603

INTERPRETACION:

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

- La muestra se recepción en el laboratorio.

Jr. Esmeralda N°193 URB - Villa Florida – a una cuadra del local Pégola - Puno
Cel. 973296546 – 983003185

Anexo 05: Panel fotográfico



Figura 19: Toma de muestras en la captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.



Figura 20: Caseta de captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.



Figura 21: Toma de muestras en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.



Figura 22: Rotulado de muestras microbiológicas en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.



Figura 23: Rotulado de muestras químicos inorgánicos en el reservorio (PM2) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.



Figura 24: Rotulado de muestras químicos inorgánicos en la captación (PM1) del sistema de distribución de agua potable del Centro Poblado De Challapujio Suyo.

Anexo 06: Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano (RD. 160-215-DIGESA)

MINISTERIO DE SALUD

No. 160-2015/DIGESA/SA



Resolución Directoral

Lima, 24 de Setiembre del 2015



P. NAVARRO

Artículo 4°.- Disponer la publicación de la presente resolución en el Portal Electrónico de la Dirección General de Salud Ambiental.

Regístrese, comuníquese y publíquese.



E. LÓPEZ

MINISTERIO DE SALUD
Dirección General de Salud Ambiental
[Firma]
MBA Mónica Patricia Saavedra Chumbe
DIRECTORA GENERAL



E. QUICHIZ



S. TANG



E. GIL



PERÚ Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

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



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



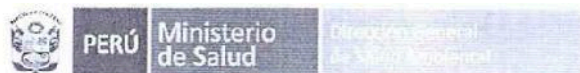
F. QUICHIZ



P. RETUERTO

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

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



1. INTRODUCCION

Considerando que la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, comprende la ejecución de actividades como caracterización de las fuentes de abastecimiento, inspecciones del sistema de abastecimiento del agua para consumo humano, muestreo y análisis de los parámetros establecidos en el Decreto Supremo n.º 031-2010-SA, que aprueba el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, resulta necesario que el personal de salud que desarrolla estas actividades, disponga de procedimientos uniformes que aseguren la representatividad e invariabilidad de las muestras.

El presente documento técnico ha sido elaborado por la Dirección General de Salud Ambiental, como una herramienta estandarizada que deberá aplicar el personal de salud que realiza acciones de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en los procedimientos de: toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales.

2. FINALIDAD

Contar con un procedimiento confiable y seguro, que contribuya a obtener una correcta toma de muestra, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y la recepción de las muestras por parte de laboratorio, del agua para consumo humano, para ser analizadas en los parámetros señalados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por Decreto Supremo n.º 031-2010-SA.



3. OBJETIVO

Estandarizar los procedimientos técnicos, equipos y materiales que se deben utilizar y criterios que se deben aplicar para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción por parte del laboratorio de las muestras agua para consumo humano.



4. AMBITO DE APLICACIÓN

El presente Protocolo es de aplicación a nivel nacional y de cumplimiento obligatorio para la Dirección General de Salud Ambiental – Digesa, Laboratorio de Control Ambiental, las Direcciones Ejecutivas de las Direcciones Regionales de Salud, Gerencia Regional de Salud, Direcciones de Salud de Lima o las que hagan sus veces en el ámbito Regional que realizan acciones de vigilancia de calidad de agua para consumo humano.



5. BASE LEGAL

- Ley n.º 26842, Ley General de Salud.
- Decreto Supremo n.º 023-2005-SA Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud.
- Decreto Supremo n.º 031-2010-SA Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Resolución Ministerial n.º 908-2014/MINSA, que aprueba la Directiva Sanitaria n.º 058-MINSA/Digesa-V.01. Directiva Sanitaria para la formulación, aprobación y aplicación del Plan de Control de Calidad (PCC), por los proveedores de agua para consumo humano.



www.digesa.minse.gob.pe
www.digesa.via.pe

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

6. CONTENIDO

6.1. DEFINICIONES OPERATIVAS

Para los fines del presente protocolo, se aplican las siguientes definiciones:

1. **Agua cruda:** Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.
2. **Agua tratada:** Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.
3. **Agua para consumo humano:** Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.
4. **Análisis microbiológico del agua:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
5. **Análisis físico y químico del agua:** Son aquellos procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas, químicas o ambas.
6. **Camión cisterna:** Vehículo motorizado con tanque cisterna autorizado para transportar agua para consumo humano desde la estación de surtidores hasta el consumidor final.
7. **Solicitud de ensayo:** Documento mediante el cual se solicita al laboratorio, los parámetros a analizar en las muestras de agua para consumo humano. En ella se identifica la procedencia de la muestra.
8. **Cadena de custodia:** Proceso por medio del cual se mantiene una muestra bajo las condiciones que aseguren su idoneidad para el ensayo, es decir, desde que se toma la muestra de agua hasta que se desecha.
9. **Laboratorio de Control Ambiental:** es una unidad funcional de la Digesa reconocida con Resolución Ministerial 686-2007/MINSA, que brinda el soporte técnico-analítico a las Direcciones de la Digesa y a través de ellas a las Direcciones Regionales de Salud Diresas y otros organismos, en la ejecución de las acciones de vigilancia y control en salud ambiental, mediante el diagnóstico de la calidad sanitaria del agua para consumo humano.
10. **Coliformes:** Bacterias gram negativas que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas en un plazo de 24 a 48 horas. Son anaerobias facultativas, oxidasas negativas, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.
11. **Consumidor:** Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor, para su consumo.
12. **Cloro residual libre:** Concentración de cloro presente en el agua de consumo humano, en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito, para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento.
13. **Escherichia Coli – E.coli:** Bacilo anaerobio facultativo gram negativo no esporulado. Es el indicador microbiológico de contaminación fecal en el agua para consumo humano.
14. **Límite máximo permisible:** Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua para consumo humano.
15. **Toma de muestra de Agua para Consumo Humano:** Es el procedimiento, para obtener volúmenes de agua en puntos determinados del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano, debiendo ser



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ



P. RETUERTO

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

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ



P. RETUERTO

representativos; con el propósito de evaluar características físicas, químicas, biológicas y/o microbiológicas.

16. **Muestra de agua:** volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento de laboratorio o del método de ensayo específico en puntos del sistema de agua potable, en forma aleatoria (en relación con el momento y emplazamiento).
17. **Parámetros de Campo:** Son indicadores o valores de las medidas físicas químicas realizadas en un punto de la toma de muestra, siendo estos la temperatura, conductividad, pH, cloro residual y turbiedad.
18. **Parámetros microbiológicos:** Son los microorganismos indicadores de contaminación y/o microorganismos patógenos para el ser humano, analizados en el agua para consumo humano.
19. **Parámetros organolépticos:** Son los parámetros físicos químicos cuya presencia en el agua para consumo humano pueden ser percibidos por el consumidor a través de su percepción sensorial.
20. **Parámetros inorgánicos:** Son los elementos y/o compuestos químicos formados por distintos elementos pero que no poseen enlaces carbono-hidrógeno, analizados en el agua de consumo humano.
21. **Parámetros de control obligatorio (PCO):** Son los parámetros que todo proveedor de agua debe realizar obligatoriamente, al agua para consumo humano.
22. **Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO):** Parámetros que de exceder los Límites Máximos Permisibles se incorporarán a la lista de parámetros de control obligatorio hasta que el proveedor demuestre que dichos parámetros cumplen con los límites establecidos, en un plazo que la Autoridad de Salud de la jurisdicción determine.
23. **Proveedor del servicio de agua para consumo humano:** Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano. Así como proveedores del servicio en condiciones especiales.
24. **Proveedores de servicios en condiciones especiales:** Son aquellos que se brindan a través de camiones cisterna, surtidores, reservorios móviles, conexiones provisionales. Se exceptúa la recolección individual directa de fuentes de agua como lluvia, río, manantial.
25. **Representativo:** Volumen de agua que posee las mismas características del agua a ser muestreada y cantidad de acuerdo a los requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa, http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp; para hacer mínimo los errores de muestreo.
26. **Sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano:** Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.
27. **Sistema de tratamiento de agua:** Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.
28. **Surtidor:** Punto de abastecimiento autorizado de agua para consumo humano que provee a camiones cisterna y a otros sistemas de abastecimiento en condiciones especiales.
29. **Vigilancia Sanitaria:** Sistematización de un conjunto de actividades realizadas por la Autoridad de Salud para identificar y evaluar los factores de riesgo que se presentan en los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano, desde la captación hasta la entrega del producto al



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

6.2. CONSIDERACIONES

6.2.1. PREPARACIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS PARA MUESTREO

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

a) Materiales

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

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

b) Equipos

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

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

c) Indumentaria de Protección

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



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

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

6.2.1.1. Consideraciones Generales

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



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



P. QUICHIZ



P. RETUERTO

6.2.2. PROCEDIMIENTO DEL MUESTREO

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

6.2.2.1. Ubicación de Puntos de Muestreo

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

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

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

- En la captación

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

- A la salida del sistema de tratamiento de agua

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

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

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

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



E. NIETO

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

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

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



E. GIL



S. TANG

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

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

El sector podrá estar delimitado por:

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

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

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



F. QUICHIZ



P. RETUERTO



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

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

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



E. NIETO

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

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



E. GIL

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



S. TANG

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



F. QUÍCHIZ

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

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



P. RETUERTO

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

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

www.digesa.minsa.gob.pe

www.digese.srb.pe

Calle Las Amapolas N° 350

Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú

Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

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

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

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



E. NIETO

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



E. GIL

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



S. TANG

6.2.2.2. Toma de Muestras

a) Consideraciones generales:

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



F. QUICHIZ



P. RETUERTO

Tomar en cuenta:

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

www.dgesa.minsa.gob.pe
www.dgesa.sid.pe

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

▪ **Reservorios y Cisternas:**

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



▪ **Grifos o caños**

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

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

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

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

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





PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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



c) Consideraciones para la toma de muestras microbiológicas:

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

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

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

e) Consideraciones para la toma de muestras fisico químico:

a. Parámetros Inorgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra

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

Calle Las Amapcias N° 250
Urb. San Eugenio, Lince - Lima 14, Perú
Central Telefónica (511) 631-4430



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección Nacional
de Control Ambiental

- Enjuagar de dos a tres veces los frascos de muestreo con el agua a ser recolectada, con la finalidad de eliminar posibles sustancias existentes en su interior, agitar y desechar el agua de lavado.
- Llenar hasta el límite del frasco (no dejar espacio vacío), luego de tomada la muestra y dependiendo del tipo de análisis a ejecutar, se añade el preservante adecuado y cerrar herméticamente.
- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp

b. Parámetros Orgánicos

- Utilizar guantes al momento de la toma de muestra
- La toma de la muestra deberá realizarse de manera directa sin enjuagar el frasco, en la superficie del cuerpo de agua, es decir no introducir totalmente la boca del frasco de la botella.
- Cumplir con los requisitos indicados en el Listado de requisitos para la recepción de muestras publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ



P. RETUERTO

6.2.2.3. Frecuencia de Muestreo y Parámetros

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

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

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

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

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

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

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

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



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección General de Salud Ambiental

b) Parámetros adicionales de control obligatorio (PACO)

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

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



E. NIETO



E. GIL



S. TANG



F. QUICHIZ



P. RETUERTO

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

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

6.2.2.4. Acta de Muestreo

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

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

² Documento Técnico Definiciones Operacionales y Criterios de Programación de los Programas Presupuestales para el año fiscal 2013: Articulado Nutricional, Salud Materna Neonatal, Prevención y Control de la Tuberculosis y VIH SIDA, Enfermedades Metaxénicas y Zoonosis, Enfermedades No Transmisibles, Prevención y Control del Cáncer y Reducción de la Mortalidad y Discapacidad por Emergencias y Urgencias, Inclusión Social Integral de las Personas con Discapacidad y Reducción de la Vulnerabilidad y Atención de Emergencias por Desastres, aprobado mediante Resolución Ministerial N° 289-2013/MINSA.



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

6.2.3. ACONDICIONAMIENTO PRESERVACION Y TRASLADO DE MUESTRAS

6.2.3.1. Rotulado e Identificación de la Muestras de Agua

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



E. NIETO

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

Ver Anexo n.º 01



E. GIL



S. TANG



E. QUICHIZ

6.2.3.2. Acondicionamiento y Preservación de Muestras

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

6.2.3.3. Conservación y Envío de Muestras

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



P. RETUERTO



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

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

6.2.3.4. Medio de Transporte

- Deben ser transportados en cajas adecuadas (cooler) con refrigerantes tan pronto como sea posible; No se debe transportar las muestras de agua en mochilas, maletines, cajas de cartón, bolsas etc.
- Para el ingreso de las muestras al laboratorio, deberán entregarse debidamente rotuladas y con la solicitud de ensayo debidamente completada. Se debe tener en cuenta los tiempos establecidos en Listado de requisitos para la recepción de muestras, publicado en la página web de la Digesa http://www.Digesa.sld.pe/LAB/recepcion_muestras.asp



E. NIETO

6.2.3.5. Control de Calidad de Muestreo

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



E. GIL



S. TANG

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

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



E. QUICHIZ

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

6.2.3.6. Físico Químico

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



P. RETUERTO

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

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

- Los blancos viajeros
Son frascos con agua desionizada ó destilada. Se mantienen en la misma caja refrigerante que las otras muestras en cada fase del proceso de colecta, manejo y envío. Mantener el frasco cerrado durante todo el proceso. Se usa blanco viajero para descartar factores externos de contaminación durante el traslado de las muestras. Se requiere por lo menos uno por cada caja conservadora.

- Muestras duplicadas
Se usan para verificar la precisión de la colecta de campo. Se colectan las duplicadas a la vez que la muestra de agua en una cantidad de una por cada diez, y en caso sean menos de diez (10) muestras, se tomará una (01) por cada grupo.



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

6.2.3.7. Microbiológico

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

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



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

6.2.3.8. Parasitológico e Hidrobiológico

- Los blancos viajeros
Son frascos con agua destilada filtrada los cuales se colocan en la misma caja refrigerante que las otras muestras, durante el proceso de colecta, manejo y envío de muestras. Los blancos viajeros se analizan conjuntamente con las otras muestras.



- Muestras duplicadas
Se colectan muestras duplicadas en un punto de muestreo que se cree hay presencia del contaminante; para verificar la precisión de la toma de muestra o análisis de laboratorio.





PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

6.3. RESPONSABILIDADES



E. MEYO



F. QUICHIZ



S. TANG



E. GIL



P. RETUERTO

La Digesa supervisará la aplicación del presente protocolo.
Las Diresas, Geresas, Disas o las que hagan sus veces aplicarán el presente protocolo en el ámbito de su jurisdicción.

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

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



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección General
de Salud Ambiental

Anexo n.º 01

Rotulo de Identificación de Muestra

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL Identificación de Muestra	
Código de identificación de campo	
Coordenadas	Este:
	Norte:
	Altura:
Localidad/distrito/provincia/región	
Punto de muestreo	
Matriz	
Fecha y Hora de Muestreo	
Tipo de análisis requerido:	Preservada: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
	Nombre del preservante:
Nombre del muestreador (Institución/Entidad)	



P. RETUERTO



E. GIL



E. NIETO

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

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

