



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA
COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI,
HUANCANÉ 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA – PERÚ

2026



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA
COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI,
HUANCANÉ 2025**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

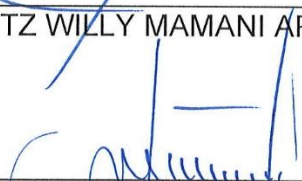
PRESIDENTE


Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO


Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA

SEGUNDO MIEMBRO


M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS


Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL – P22

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 0075-2026-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de enero del 2026

VISTO: El expediente N° 2026-CU-000238 presentado por el (la) Bachiller: **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. FRITZ WILLY MAMANI APAZA
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Jueves 29 de enero del 2026
- * **HORA** : 11:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Ronald Madera Terán
DECANO (e)
CIP: 66975



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2026
Interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 1765-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 23 de diciembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025 - CU - 12723 presentado por el (la) Bachiller: **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS** estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**, la misma que pertenece a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO. - **APROBAR**, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- **Presidente** : Dr. OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
- **1er Miembro** : Dr. ARNALDO YANA TORRES
- **2do Miembro** : Mgtr. WILFREDO DAVID SUPO PACORI

ARTICULO SEGUNDO. - **RECONOCER** como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTICULO TERCERO. - **APROBAR**, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**; del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**. de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : martes 30 de diciembre del 2025
- **HORA** : 15:30 horas
- **LUGAR** : Aula 406 - FICP

ARTÍCULO CUARTO. - **DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



OSCAR VICENTE VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730



ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1465-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 05 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-10635 por el señor (a): **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1031-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 072 - 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **M.Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 072 - 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**, Correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

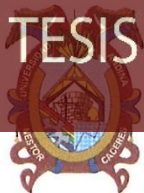
ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. OSCAR V. VIANONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730cc.
Archivo
interesado (a)UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CS. PURASDr. Fritz Willy Mema Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1125-2025-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 22 de septiembre del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU-6970, presentado por el señor (a) **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO - N° 787-2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 066-2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS** ha presentado su propuesta de investigación Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 066-2025- aprobando la propuesta de investigación titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **ANA MARILU LUQUE BATALLANOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025** correspondiente a la línea de investigación **CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURASDr. CAR V. VIANORTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y C.S. PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓNcc.
Archivo 2025
Interesado (a)



ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

**EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNID...**

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::13016:585362071

Fecha de entrega

1 may 2026, 13:54 GMT-5

Fecha de descarga

1 may 2026, 14:50 GMT-5

Nombre del archivo

T036_45320680_T.docx

Tamaño del archivo

19.4 MB

171 páginas

31.746 palabras

176.471 caracteres



TESIS UANCV

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 12%  Fuentes de Internet
- 4%  Publicaciones
- 10%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.



Metadatos complementarios

TÍTULO DE LA TESIS	
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	ANA MARILU LUQUE BATALLANOS
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	45320680
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0006-8673-9915
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02064066
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-8065-6533
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRITZ WILLY MAMANI APAZA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02306659
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA MAMANI
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	CONTAMINACION Y CALIDAD AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Huancané Distrito: Huancané Coordenadas: Latitud: -15.0149808 Longitud: -69.3652901 https://maps.app.goo.gl/HLTnkuHdTifymA2j7 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Setiembre 2025 – Enero 2026
URL de disciplinas OCDE	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01 Ingeniería ambiental y geológica

UNIVERSIDAD ANDRÉS BELLEROS VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS


Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo ANA MARILU LUQUE BATALLANOS, identificado con DNI

Nro. 45320680 en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la ☒ **Tesis** o ☐ **Trabajo de Investigación**, ☐ **Trabajo Académico** denominada:

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

Asesorado por: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 30 de ENERO del 2026

Firma del Asesor
(obligatoria)

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios le agradezco la fuerza que me ha dado y por no soltarme la mano en ningún momento durante este proceso, lo que me permitió concluir mi trabajo de investigación.

A mi queridos padres, hermanos y amigos quienes han demostrado que nada es fácil, pero tampoco imposible.



AGRADECIMIENTOS

A Dios porque ha sido mi rumbo y mi ilusión, por estar a mi lado en cada paso y por darme el ánimo que tanto requería para seguir adelante, la determinación para continuar con mi formación y poder cerrar este ciclo de manera exitosa.

A mis padres, por estar siempre a mi lado con su respaldo incondicional, por transmitirme principios y acompañarme en mi crecimiento tanto personal como profesional.

Agradezco a la casa de estudios, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, en especial a la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, y a todo su equipo docente, por todo el camino recorrido en mi formación.

A los miembros del jurado y asesor por su apoyo, por sus aportes y sugerencias durante el desarrollo del trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.3.1. Objetivo general.....	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Justificación Practica	4
1.4.2. Justificación social	5
1.4.3. Justificación ambiental.....	6
1.4.4. Justificación Económica.....	7
1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	8
1.6. VARIABLES.....	8



1.6.1. Variable de interés	8
1.6.2. Variable de caracterización	8
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.1.1. Antecedentes internacionales	10
2.1.2. Antecedentes nacionales	15
2.1.3. Antecedentes regionales	20
2.2. BASES TEÓRICAS	24
2.2.1. Agua potable	24
2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable	25
2.2.3. Fuentes de abastecimiento de agua	29
2.2.3.1. Aguas subterráneas	29
2.2.3.2. Aguas superficiales	31
2.2.4. Tipos de sistemas de agua potable	32
2.2.5. Calidad del agua	33
2.2.6. Importancia de la calidad del agua	35
2.2.7. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable ..	36
2.2.7.1. Parámetros físicos del agua	36
2.2.7.2. Parámetros químicos del agua	37
2.2.7.3. Parámetros bacteriológicos	39
2.2.8. Riesgos sanitarios asociados al consumo de agua no tratada	42
2.2.9. Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua	43
2.2.9.1. Uso de la tierra y su relación con la calidad de agua	43



2.2.9.2.	La actividad ganadera y su relación con la calidad de agua	44
2.2.9.3.	La agricultura y su influencia en la calidad de agua	44
2.2.9.4.	Actividades Humanas	45
2.2.9.5.	Cobertura vegetal	45
2.2.10.	Proceso de potabilización en sistemas rurales	45
2.2.11.	Indicadores de satisfacción y percepción del servicio	47
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	50
2.3.1.	Sistema de abastecimiento de agua potable	50
2.3.2.	Calidad sanitaria del agua	50
2.3.3.	Parámetros físicos del agua	50
2.3.4.	Parámetros químicos del agua	51
2.3.5.	Parámetros microbiológicos del agua	51
2.3.6.	Satisfacción del usuario	51
2.3.7.	Percepción de la calidad del servicio	52
2.3.8.	Prácticas de uso y almacenamiento del agua	52

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	53
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	54
3.4.	ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN	54
3.5.	POBLACIÓN Y MUESTRA	55
3.5.1.	Población	55
3.5.2.	Muestra	55
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS	56



3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	58
3.7.1. Técnicas.....	58
3.7.2. Instrumentos	59
3.8. LUGAR DE ESTUDIO	60
3.9. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.....	63
3.9.1. Procedimiento para el objetivo específico 1: Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución	63
3.9.2. Procedimiento para el objetivo específico 2: Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente ..	68
3.9.3. Procedimiento para el objetivo específico 3: Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.....	76

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS	80
4.1.1. Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución.....	80
4.1.2. Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente.	91
4.1.3. Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.....	99



4.2. DISCUSIONES.....	110
CONCLUSIONES.....	114
RECOMENDACIONES	116
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
ANEXOS	124



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la presente investigación.	9
Tabla 2 Parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua.	34
Tabla 3 Indicadores de satisfacción y percepción del servicio.	49
Tabla 4 Ubicación georreferenciada de los puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de agua potable.	61
Tabla 5 Método de ensayo en el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L.	72
Tabla 6 Interpretación de la calificación del ICARHS.	76
Tabla 7 Evaluación del componente de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	82
Tabla 8 Evaluación de la conducción del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	84
Tabla 9 Evaluación del componente de almacenamiento (reservorio) del sistema de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	86
Tabla 10 Evaluación de la distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	88
Tabla 11 Evaluación de la gestión operativa del sistema de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	90
Tabla 12 Resultados de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua en los ocho puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani.	92
Tabla 13 Resultados del nivel de satisfacción del servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani.	100



Tabla 14 Resultados de las prácticas de uso y conservación del agua por los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.	102
Tabla 15 Aspectos económicos y de gestión del servicio de agua en la comunidad de Quinta Callacallani.	104
Tabla 16 Opinión general del usuario respecto al servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani, parte I.	106
Tabla 17 Opinión general del usuario respecto al servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani, parte II.	107



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Captación, almacenamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua.	25
Figura 2 Ubicación geográfica del área de estudio y distribución de los puntos de muestreo en la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.	62
Figura 3 Modelo del Checklist de verificación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable.	64
Figura 4 Verificación de las captaciones del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.	65
Figura 5 Inspección del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.	65
Figura 6 Verificación domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.	66
Figura 7 Georreferenciación de las captaciones del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani.	67
Figura 8 Toma de muestra en Captación 1 – Quinta Callacallani.	69
Figura 9 Toma de muestras en el reservorio antes del transporte.	70
Figura 10 Toma de muestra en punto de distribución – Vivienda inicial.	70
Figura 11 Toma de muestra en punto de distribución – Vivienda intermedia. .	71
Figura 12 Conservación de muestras en campo – Almacenamiento en cooler. ...	72
Figura 13 Cuestionario de encuesta para analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.	78



Figura 14 Aplicación de la encuesta a los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.	79
Figura 15 Variación del pH en los puntos de muestreo comparado con el LMP del DS N.° 031-2010-SA.	94
Figura 16 Variación de la conductividad eléctrica en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.° 031-2010-SA.	95
Figura 17 Variación de la turbidez en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.° 031-2010-SA.	96
Figura 18 Variación de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.° 031-2010-SA.	97



RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025. La metodología aplicada fue de enfoque cuantitativo, tipo descriptiva–evaluativa, nivel diagnóstico y diseño no experimental de corte transversal, complementada con un procedimiento que incluyó la inspección técnica de los componentes del sistema (captación, conducción, almacenamiento y distribución), la toma de 8 muestras de agua analizadas en laboratorio y la aplicación de una encuesta a 27 viviendas para evaluar satisfacción y prácticas de uso. Los resultados evidenciaron que el sistema presenta deficiencias parciales en infraestructura fisuras en el reservorio, captaciones con protección incompleta y tramos de conducción en regular estado; sin embargo, los parámetros físico–químicos y microbiológicos cumplieron los límites del DS N.º 031-2010-SA, registrándose pH entre 7.71–8.09, conductividad 284–1288 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidez 0.11–1.46 NTU y coliformes termotolerantes <3 NMP/100 mL, obteniéndose un ICARHS de 100, que clasifica la calidad del agua como “Excelente”. Asimismo, el 92.5 % calificó la calidad del agua como buena, el 100 % recibe agua todos los días y el 81.5 % evalúa el servicio como bueno, aunque señalaron la necesidad de mejorar la presión y el mantenimiento. En conclusión, el agua distribuida es apta para consumo humano y la percepción del servicio es mayoritariamente favorable, pero se requiere fortalecer la infraestructura y gestión operativa para garantizar su sostenibilidad.

Palabras clave: agua potable, calidad sanitaria, sistema rural, JASS, satisfacción del usuario.

ABSTRACT

The objective of this investigation was to assess the drunkenness water reserve arrangement and the sanitary quality of the waves in the community of Quinta Callacallani, Huancané province, in 2025. The methodology applied was quantitative, descriptive-evaluative, diagnostic, and non-experimental, with a cross-sectional design. This was complemented by a procedure that included the technical inspection of the system's components (intake, conveyance, storage, and distribution), the collection of eight water samplings for laboratory analysis, and the application of a survey to 27 households to assess satisfaction and usage practices. The consequence exhibit that the system presents partial infrastructure shortcomings, including cracks in the reservoir, intakes with incomplete protection, and sections of conveyance in fair condition. However, the physicochemical and microbiological criteria met the limits of Supreme Decree No. 031-2010-SA, with pH ranging from 7.71 to 8.09, conductivity from 284 to 1288 $\mu\text{S}/\text{cm}$, turbidity from 0.11 to 1.46 NTU, and thermotolerant coliforms <3 MPN/100 mL, resulting in an ICARHS score of 100, which classifies the water quality as "Excellent." Furthermore, 92.5% rated the water quality as good, 100% receive water daily, and 81.5% rated the service as good, although they noted the need to improve pressure and maintenance. In conclusion, the distributed water is suitable for human consumption, and the impression of the service is mostly favorable, but strengthening the infrastructure and operational management is required to guarantee its sustainability.

Keywords: drinking water, sanitary quality, rural system, JASS (Water and Sanitation Management Board), user satisfaction.



INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable compone un pilar primordial para el bienestar humano, la salud pública y el desarrollo sostenible de las comunidades rurales. Según la Organización Mundial de la Salud, disponer de agua segura reduce de manera significativa la incidencia de afecciones que vienen del agua y eleva el bienestar de las personas de las poblaciones vulnerables (OMS, 2022). Actualmente, las zonas rurales del Perú enfrentan persistentes desafíos relacionados con infraestructura sanitaria deficiente, abastecimiento irregular y limitados los sistemas para vigilar y garantizar que el agua esté en buenas condiciones. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, más del 30 % de las instalaciones rurales tienen problemas en su infraestructura o problemas de operación y mantenimiento, afectando directamente la continuidad y potabilidad del recurso (MVCS, 2021).

Además, el agua que tomamos las personas tiene que ajustarse a los valores que marca la ley actual. El Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano pide un seguimiento constante de características físicas, químicas y microbiológicas que garanticen la inocuidad del recurso y prevengan enfermedades como diarreas, parasitosis y afecciones gastrointestinales asociadas a contaminación fecal (MINSA, 2011). Evaluar dichos parámetros constituye una herramienta esencial para determinar la condición sanitaria actual del recurso hídrico que utilizan los pobladores de Quinta Callacallani.

Por otra parte, comprender la percepción y el nivel de satisfacción de los usuarios respecto al servicio de agua potable permite complementar el análisis técnico, ya que su valoración, prácticas de uso y expectativas influyen de manera directa en la sostenibilidad y aceptación del sistema. Las investigaciones



recientes destacan que el involucramiento de la comunidad y la instrucción en temas de salud son aspectos fundamentales para fortalecer la administración local del agua en contextos rurales. En consecuencia, la evaluación integral del sistema debe incluir la dimensión social vinculada al uso cotidiano del recurso (Vega & Huamán, 2020).

Por eso, este trabajo busca revisar cómo funciona el sistema de suministro de agua potable y las condiciones sanitarias del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025, mediante un diagnóstico de las instalaciones, la revisión del estado del agua y el estudio de las percepciones y prácticas de los usuarios. Este enfoque permitirá identificar las principales deficiencias y contribuir con información técnica y social que oriente futuras mejoras en el servicio rural de abastecimiento de agua.

Este trabajo de investigación está organizado en cuatro capítulos. **El Capítulo I**, El planteamiento del problema describe la realidad conflictiva tanto afuera como adentro del país y en el ámbito local; desde ahí se concretan las preguntas y los objetivos de estudio. **El Capítulo II**, Marco Teórico, desarrolla los conceptos y fundamentos relacionados con el tema. **El Capítulo III**, Metodología de la Investigación, describe el tipo y diseño de investigación, la población y muestra, la ubicación del estudio, los materiales utilizados y el procedimiento metodológico. Finalmente, el **Capítulo IV**, Resultados y Discusión, presenta los hallazgos obtenidos en cada objetivo y su análisis comparado con antecedentes. Al término del documento se exponen las conclusiones y, posteriormente, las recomendaciones dirigidas a futuros investigadores.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El acceso seguro al agua potable continúa siendo uno de los desafíos más críticos para la salud pública a nivel global. La OMS estimó que para el año 2022, cerca de 2 mil millones de individuos todavía carecían de acceso a sistemas de agua apta para beber manejados con seguridad, una realidad que eleva la vulnerabilidad frente a enfermedades diarreicas, parasitarias y gastrointestinales (OMS, 2022). Esta problemática es más visible en zonas rurales, donde las limitaciones de infraestructura, la falta de mantenimiento y la escasa vigilancia sanitaria condicionan la calidad del recurso hídrico y comprometen la sostenibilidad del servicio (UNICEF, 2021). Frente a ello, los organismos internacionales enfatizan la necesidad de fortalecer las redes de suministro y el seguimiento constante de la pureza del agua, todo ello enmarcado en las metas de desarrollo sostenible, especialmente en la número 6: agua limpia y saneamiento (Naciones Unidas, 2023).

En el Perú, el suministro de agua apta para beber en áreas campesinas se enfrenta a deficiencias estructurales asociadas a infraestructura obsoleta, sistemas deteriorados, limitada capacidad técnica y escaso financiamiento para operación y mantenimiento. Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y



Saneamiento, más del 27 % de los sistemas de agua en el ámbito rural presentan fallas que comprometen su funcionamiento continuo, mientras que aproximadamente el 20 % no cuenta con cloración adecuada, lo que incrementa el riesgo sanitario (MVCS, 2021). Asimismo, estudios del Ministerio de Salud evidencian que la aparición de coliformes totales y termorresistentes en redes rurales continúa siendo frecuente, reflejando deficiencias en el tratamiento y el monitoreo del estado del agua. Esta situación golpea sobre todo a poblaciones de zonas altoandinas, donde las diferencias en cobertura y pureza del servicio se mantienen vigentes (MINSA, 2019).

Por otro lado, la región de Puno presenta un escenario aún más complejo debido a factores geográficos, climáticos y socioeconómicos que limitan el mantenimiento en el tiempo de las redes de agua apta para beber. Diversos diagnósticos regionales señalan que en más del 40 % de comunidades rurales existen problemas asociados al deterioro de captaciones, fugas en líneas de conducción, almacenamiento insuficiente y sistemas de cloración inoperativos (GORE Puno, 2022). Además, en múltiples localidades se ha detectado contaminación microbiológica en el agua distribuida, especialmente vinculada a la ausencia de desinfección continua y a la vulnerabilidad de las fuentes superficiales utilizadas para consumo. Estos problemas estructurales se agravan por la falta de capacitación de las JASS y por el limitado involucramiento comunitario en la gestión del agua, afectando directamente la calidad sanitaria del servicio (Diresa Puno, 2021).

En la comunidad de Quinta Callacallani, ubicada en la provincia de Huancané, las limitaciones del sistema de abastecimiento de agua potable se manifiestan en una infraestructura que requiere mejoras en captación,



conducción y almacenamiento, tal como ocurre en la mayoría de sistemas rurales de la región. Informes locales han señalado irregularidades en la continuidad del servicio, deficiencias en el proceso de cloración y riesgo de contaminación en los orígenes que se emplean para el suministro. Asimismo, no se cuenta con un monitoreo permanente de los parámetros físico-químicos y microbiológicos, lo cual dificulta garantizar a fin de que el agua repartida alcance los niveles exigidos por las reglas sanitarias actuales. A ello se suma que los hábitos de consumo del agua por parte de los pobladores, así como su nivel de satisfacción con el servicio, no han sido evaluados sistemáticamente, lo que dificulta reconocer lo que hace falta y prioridades para la mejora integral del sistema.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el estado del sistema de abastecimiento de agua potable y de la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución?
- b) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano y cómo se relacionan con la normativa sanitaria vigente?
- c) ¿Cuál es el nivel de satisfacción de los usuarios y cuáles son sus prácticas de uso del agua en la comunidad de Quinta Callacallani?



1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución.
- b) Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente.
- c) Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Justificación Practica

El análisis del sistema de suministro de agua apta para beber y de la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani tiene una importancia práctica directa, porque permite identificar de manera concreta las fallas de diseño, operación y mantenimiento que afectan el servicio que reciben los usuarios. En muchas comunidades rurales, los sistemas presentan problemas como captaciones vulnerables, líneas de conducción deterioradas, reservorios sin protección adecuada o redes de distribución con fugas, lo que ocasiona interrupciones en el servicio y posibles riesgos de contaminación (MVCS, 2021). Al desarrollar un diagnóstico detallado de los componentes de recolección, transporte, reserva y reparto, la investigación genera información precisa que



puede ser empleada como punto de partida para crear estrategias de mejora, expansión o reparación de la red de agua apta para beber de Quinta Callacallani (Sánchez & Álvarez, 2020).

Además, los hallazgos de los exámenes fisicoquímicos y bacteriológicos del agua permiten establecer, con evidencia objetiva, si el recurso que se distribuye a la población es apto para consumo humano, de acuerdo con la normativa sanitaria vigente. Tener información reciente sobre cómo está el agua hace más sencillo elegir entre opciones por parte de la JASS, autoridades locales y sector salud, ya que permite definir prioridades de intervención, implementar o corregir la cloración, mejorar la protección de las fuentes o reforzar las prácticas de operación rutinaria del sistema (MINSA, 2019). Así, este estudio no se queda solo en un aporte teórico, sino que se convierte en una herramienta práctica que puede orientar acciones concretas de optimización del servicio de agua apta para beber en el poblado.

1.4.2. Justificación social

Mirando el ámbito comunitario, el acceso a agua segura está estrechamente vinculado para optimizar el suministro de agua apta para beber en el poblado de las personas, especialmente en comunidades rurales altoandinas como Quinta Callacallani. La OMS señala que la falta de agua potable y de saneamiento adecuado incrementa el riesgo de enfermedades diarreicas, parasitarias y otras afecciones que afectan con mayor intensidad a niñas, los pequeños de casa y las personas de edad avanzada, siendo ellos los sectores más frágiles. Evaluar la calidad sanitaria del agua y el funcionamiento del sistema de abastecimiento en esta comunidad permite dimensionar los riesgos que enfrenta la población en su vida cotidiana y visibilizar la necesidad



de fortalecer los servicios básicos para garantizar el derecho humano al agua (Naciones Unidas, 2023).

Asimismo, el estudio incorpora el análisis del nivel de satisfacción y sobre los hábitos de consumo del agua por parte de los pobladores, aspecto fundamental para comprender la relación entre la comunidad y el servicio que recibe. Las percepciones sobre la continuidad del abastecimiento, la seguridad en la pureza del agua, la disposición a participar en la gestión del sistema y los hábitos de almacenamiento y consumo influyen directamente en la aceptación y sostenibilidad del servicio (Vega & Huamán, 2020). Al disponer de esta información, será posible proponer estrategias de sensibilización, educación sanitaria y fortalecimiento organizativo que fomenten un involucramiento más dinámico de la población en el manejo del agua, ayudando a fortalecer la salud colectiva y el tejido social de Quinta Callacallani.

1.4.3. Justificación ambiental

La investigación también se justifica desde la dimensión ambiental, ya que el agua es una fuente natural escasa y delicada a procesos de contaminación, sobreexplotación y degradación de las fuentes. En muchas comunidades rurales, las captaciones se realizan en manantes, riachuelos o reservorios expuestos a actividades agropecuarias, disposición inadecuada de residuos o erosión de suelos, lo que incrementa el riesgo de deterioro e la pureza del agua. Analizar la calidad físico-química y microbiológica del agua en Quinta Callacallani permite identificar posibles fuentes o procesos de contaminación y, en consecuencia, promover acciones orientadas a la protección de las fuentes y a la administración conjunta del recurso hídrico en el entorno local.

Además, un sistema de abastecimiento que funcione adecuadamente, con infraestructura bien diseñada y operada, contribuye a reducir pérdidas de agua por fugas, vertimientos no controlados o usos ineficientes, lo que favorece el aprovechamiento responsable del recurso disponible. Al mismo tiempo, el afianzamiento de la sensibilidad ecológica de la gente respecto al cuidado de las fuentes, la salvaguarda de las zonas de recarga y la prevención de la contaminación se ve reforzado cuando existen estudios que evidencian la situación real de la calidad del agua que consumen. De este modo, la investigación aporta elementos técnicos y sociales que pueden sustentar futuras iniciativas de conservación ambiental en la comunidad de Quinta Callacallani y en su entorno inmediato (Vega & Huamán, 2020).

1.4.4. Justificación Económica

En el ámbito económico, contar con una red de suministro de agua apta para beber eficiente y con agua de calidad repercute directamente en la reducción de costos asociados a la salud, al tiempo productivo perdido por enfermedades y al mantenimiento correctivo de infraestructuras deterioradas. Cuando la población consume agua de dudosa calidad, aumenta la probabilidad de afecciones estomacales y otras dolencias físicas, generando gastos en atención médica, medicamentos y traslados, lo que impacta de forma particular a los hogares rurales con menores ingresos (MINSA, 2019). Al revisar la red y las condiciones higiénicas del agua en Quinta Callacallani, la investigación entrega información que puede utilizarse para prevenir estos costos mediante intervenciones de mejora y fortalecimiento del servicio (OMS, 2022).

Por otro lado, la priorización de inversiones en infraestructura de agua potable requiere de diagnósticos técnicos claros y actualizados. Las



municipalidades y las entidades encargadas de saneamiento deben decidir dónde y cómo asignar recursos limitados, y para ello necesitan estudios que describan con precisión el estado de los sistemas, las brechas existentes y los riesgos asociados al consumo de agua no segura (MVCS, 2021). Los resultados de esta investigación pueden sustentar proyectos de inversión pública, gestiones ante programas de saneamiento rural o acuerdos de cooperación con entidades que apoyen la perfección del sistema de agua de Quinta Callacallani, contribuyendo así a un empleo más efectivo y planificado de los recursos financieros disponibles.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Este estudio no requiere la formulación de hipótesis porque se trata de una investigación descriptiva y evaluativa, cuyo propósito es diagnosticar y caracterizar el estado de la red de agua y la pureza del recurso, sin buscar relaciones causales ni comprobar variables

1.6. VARIABLES

1.6.1. Variable de interés

- Calidad del servicio de abastecimiento de agua potable.

1.6.2. Variable de caracterización

- Nivel de satisfacción y prácticas de uso del agua de los usuarios.

1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables de la presente investigación.

Variable	Dimensiones	Indicadores	Escala / Unidad	Técnica
Variable de interés: Calidad del servicio de abastecimiento de agua potable.	- Estado del sistema de captación	Condiciones de captación	Adecuado / Inadecuado	Observación
	- Estado de la línea de conducción	Integridad de tuberías, fugas	Adecuado / Inadecuado	Observación
	- Estado del almacenamiento (reservorio)	Limpieza, sellado, protección	Adecuado / Inadecuado	Observación
	- Estado de la red de distribución	Continuidad del servicio, presión	Adecuado / Inadecuado	Observación / Encuesta
	- Calidad física-química y microbiológica del agua	Temperatura pH Conductividad Turbidez Coliformes termotolerantes	°C Unid. de pH μS/cm NTU NMP/100 mL	Análisis de laboratorio
Variable de caracterización: Nivel de satisfacción y prácticas de uso del agua de los usuarios	- Satisfacción del usuario	Satisfacción con continuidad, presión, servicio	Escala Likert	Encuesta
	- Percepción de la calidad del agua	Olor, color, sabor percibido	Escala Likert	Encuesta
	- Continuidad del suministro	Frecuencia de cortes, horas de servicio	Frecuencia	Encuesta
	- Prácticas de almacenamiento	Tipo de recipiente, higiene	Adecuado / Inadecuado	Observación / Encuesta
	- Prácticas de consumo	Forma de consumo (hervida, clorada, directa)	Cualitativa / Porcentual	Encuesta



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Antecedentes internacionales

El artículo presentado por Stevens (2019), en su estudio evaluó el estado de dieciocho sistemas rurales de agua potable en comunidades altoandinas del sur del Ecuador con el objetivo de analizar la infraestructura hídrica y la calidad microbiológica del agua. La metodología fue de tipo descriptiva, nivel evaluativo y diseño sin experimentación–transversal, aplicando fichas técnicas de campo, inspección estructural en captaciones y reservorios, y la recolección de treinta y seis muestras de agua procesadas mediante la técnica de filtración por membrana (APHA 9222B). El procedimiento incluyó visitas sistemáticas, mediciones in situ de cloro residual y entrevistas a operadores comunitarios, complementadas con la georreferenciación de los puntos críticos. Los resultados evidenciaron que el 61 % de las captaciones carecían de cercos de protección, el 48 % de los reservorios presentaban fisuras o ausencia de limpieza periódica, y el 72 % de los sistemas no aplicaba cloración continua; además, el 83 % de las muestras superó 100 UFC/100 mL de los coliformes



totales y el 67 % presentó E. coli, demostrando elevados grados de contaminación bacteriológica, mientras que el 58 % de los usuarios no confiaba en la potabilidad del agua y el 74 % hervía el agua para consumo. En conclusión, los sistemas estudiados mostraron fallas estructurales y operativas severas que incrementan los riesgos sanitarios y requieren intervenciones urgentes.

Por otro lado, Rodríguez (2020) en su investigación analizó diez sistemas rurales de distribución de agua con el objetivo de valorar la infraestructura hidráulica y la calidad físico-química del agua suministrada. Su metodología fue descriptiva-evaluativa, con diseño transversal y nivel diagnóstico, basada en la inspección de líneas de conducción, pruebas de estanqueidad, aforos y la toma de cincuenta muestras distribuidas en puntos de red para medir pH, turbidez, nitratos y cloro residual mediante fotometría digital. El procedimiento empleó protocolos estandarizados EPA, hojas de registro estructural y entrevistas semiestructuradas a operadores. Los hallazgos indicaron que el pH medio fue de 6.2 (por debajo del límite 6.5–8.5), la turbidez alcanzó 12 NTU (superando los 5 NTU permitidos), y solo el 15 % de los puntos tuvo cloro residual ≥ 0.2 mg/L; asimismo, tres comunidades registraron concentraciones de nitratos de 35 mg/L, superando ampliamente los 10 mg/L recomendados por la OMS. Se identificó que el 69 % de tuberías presentaban fugas y el 40 % mostraba conexiones cruzadas, indicando vulnerabilidad sanitaria. Concluyendo que la infraestructura deficiente, los elevados niveles de turbidez y la falta de cloración comprometen significativamente la calidad del agua distribuida en los sistemas rurales de Guatemala. La presencia de nitratos por encima de los límites permitidos representa un peligro para el bienestar de grupos vulnerables como niños y madres gestantes. Asimismo, las fugas y conexiones cruzadas incrementan la



probabilidad de recontaminación, evidenciando la necesidad de intervenciones integrales tanto en infraestructura como en mantenimiento preventivo.

En cambio, Martínez (2018) en su artículo analizó la relación entre la calidad microbiológica del agua y las prácticas de almacenamiento en comunidades rurales del norte de México, aplicando un planteamiento sin experimentación de corte transversal, con un alcance descriptivo–correlacional. La metodología incluyó el muestreo de 120 puntos de agua provenientes de pozos, pilas y contenedores domiciliarios, procesados mediante conteo de coliformes totales, termotolerantes y *E. coli*. Adicionalmente, se aplicaron encuestas estructuradas a 210 familias para evaluar hábitos de almacenamiento, limpieza de recipientes y tratamiento domiciliario del agua. El procedimiento involucró visitas domiciliarias, mediciones de cloro residual, inspección de recipientes y análisis estadístico mediante regresión logística. Los hallazgos indicaron que el 79 % de las muestras presentaban coliformes totales, el 52 % *E. coli*, y que el 68 % de hogares almacenaba agua en recipientes sin tapa; además, la probabilidad de contaminación aumentó 3.8 veces en viviendas con malas prácticas de limpieza ($p < 0.05$). En conclusión, la contaminación microbiológica del agua en comunidades rurales del norte de México está fuertemente asociada a prácticas inadecuadas de almacenamiento en los hogares. La falta de recipientes higiénicos y la escasa educación sanitaria contribuyen significativamente a la proliferación bacteriana. Además, los resultados demuestran que la calidad microbiológica del agua depende tanto de la infraestructura comunitaria como del comportamiento de los usuarios, resaltando la importancia de programas de capacitación y sensibilización domiciliaria.

En el artículo de Gutiérrez (2021) evaluó doce sistemas comunitarios de agua potable en Cochabamba con el objetivo de determinar su eficiencia técnica y operativa. Su metodología fue descriptiva evaluativa, diseño no experimental y nivel transversal, utilizando listas de verificación estructural, análisis in situ de cloro residual, mediciones de presión y entrevistas a miembros de comités comunitarios. El procedimiento incluyó inspección física de captaciones, conducciones y reservorios, pruebas hidráulicas y dos muestreos por sistema (24 muestras en total). Los resultados reportaron que el 58 % de las captaciones no tenían cerco perimetral, el 42 % de las líneas de conducción presentaban pérdidas superiores al 20 %, y solo 3 de los 12 sistemas mantenían cloración continua; el cloro residual promedio fue de 0.05 mg/L, por debajo del nivel mínimo sugerido de 0.2 mg/L. A nivel de percepción, los usuarios evaluaron el servicio con un promedio de 2.8/5 puntos. En conclusión, los sistemas comunitarios de Bolivia presentan deficiencias sistemáticas en captación, conducción y desinfección, lo que afecta directamente la inocuidad sanitaria del agua repartida. La poca presencia de cloro residual es un signo crítico de ineficiencia operativa. Asimismo, la percepción negativa de los usuarios refleja no solo problemas técnicos, sino también un déficit en comunicación y gestión comunitaria, lo que demanda estrategias de fortalecimiento institucional y acompañamiento técnico continuo.

En la tesis presentada por Schmidt (2017) evaluó el estado del agua y la percepción de los usuarios en aldeas rurales de Tanzania. La metodología consistió en un estudio mixto, con diseño descriptivo transversal, integrando análisis físico-microbiológicos de 72 muestras y una encuesta a 300 hogares. El procedimiento incluyó muestreo estratificado de fuentes, análisis de turbidez, pH,



coliformes totales y fecales, además de entrevistas sobre percepción de riesgo, prácticas de almacenamiento y continuidad del servicio. Los resultados revelaron que la turbidez promedio fue de 18 NTU, el 91 % de las muestras presentó coliformes fecales, y el 64 % de los usuarios consideró que el agua “no era confiable”; además, el 71 % hervía el agua antes de beberla y el 39 % reportó interrupciones diarias del servicio. El estudio concluye que la mala pureza del agua y la intermitencia del suministro en aldeas rurales de Tanzania generan percepciones negativas que afectan la aceptación del sistema y motivan prácticas alternativas como hervir o almacenar agua por largos periodos. Estas condiciones incrementan los riesgos sanitarios y económicos para las familias. Además, el análisis evidencia que la percepción del usuario es un indicador clave del funcionamiento del sistema, por lo que su incorporación en los diagnósticos debe considerarse obligatoria.

Por otro lado, Kim (2022) en su artículo analizó la seguridad del agua en comunidades remotas mediante un diseño descriptivo–analítico no experimental, evaluando 150 muestras distribuidas en puntos de red, pozos y sistemas locales de almacenamiento. El procedimiento incluyó mediciones de pH, turbidez, metales pesados y bacterias mediante espectrometría, pruebas de cloro residual y encuestas estructuradas a los usuarios. Entre los resultados, el pH promedio fue de 6.1, la turbidez alcanzó 9.8 NTU, el arsénico llegó a 0.015 mg/L en el 12 % de las muestras, y E. coli se detectó en el 28 % de los puntos monitoreados; además, el 56 % reportó baja presión y el 63 % percibió olor desagradable en el agua. En conclusión, las comunidades remotas de Corea del Sur enfrentan inseguridades microbiológicas y químicos importantes que comprometen la seguridad del agua potable. La existencia de arsénico y E. coli indica



vulnerabilidad tanto en la fuente como en la red. Además, la baja presión del servicio y la percepción de olor desagradable afectan la confianza del usuario y disminuyen el consumo directo, lo que manifiesta la importancia de fortalecer los procedimientos de atención, monitoreo continuo y mejoramiento hidráulico del sistema.

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la investigación de Huamaní (2019) buscó identificar cómo influye la pureza del agua apta para beber en el bienestar de los pobladores. La metodología fue de tipo aplicada, nivel explicativo, con diseño sin experimentación y corte transversal, empleando el método científico general. El procedimiento incluyó: una muestra de 290 pobladores, revisión de 165 expedientes médicos, análisis de 1 muestra de agua en laboratorio, evaluación documental y aplicación de encuestas. La investigación utilizó técnicas como observación directa, revisión documental y encuesta estructurada, además del análisis de EDAs y morbilidad registrada en establecimientos de salud. Los hallazgos demostraron la existencia de *Escherichia coli* y *colis* totales en concentraciones de 1.8 NMP/mL, presencia de 26 nematodos/L, 0.163 mg/L de Cloruros, 0.016 mg/L de Fluoruros, dureza total de 23.6 mg de CaCO_3 por litro, total de sólidos de 46 mg por litro, además de 25 casos de enfermedades diarreicas agudas en niños y 23 personas que sufrieron complicaciones relacionadas directamente con el consumo de agua durante el año 2018; además, más del 70 % de la población manifestó que la calidad del agua afectaba negativamente su salud. En conclusión, el estudio determinó que la pureza del agua en el caserío de Chopccapampa no cumple los estándares sanitarios y tiene un impacto directo en la presencia de dolencias estomacales e



intestinales, demostrando la necesidad urgente de intervenciones correctivas, monitoreo permanente y fortalecimiento del servicio de agua potable.

En la tesis de Ñahui (2023) desarrolló como objetivo general evaluar la calidad fisicoquímica y la condición bacteriológica del agua que se usa para beber en distintos caseríos, comparándola con lo que establece el DS N° 004-2017-MINAM. Para ello, se usó un enfoque descriptivo–analítico, con un planteamiento sin experimentación y de tipo transversal; se realizó un muestreo en los centros poblados de Izcumachay, Villa Hermosa, Torrecceaca y Choca I. El procedimiento contempló la recolección de muestras en sitios clave de los sistemas, transporte en condiciones de cadena de frío, análisis en laboratorio acreditado, aplicación de fichas técnicas y comparación con los umbrales más altos permitidos según las regulaciones. Los resultados indicaron que en Izcumachay, los criterios físico-químicos y microbiológicos se ajustan a la Directiva N.º 004-2017-MINAM., encontrándose dentro de los límites aceptables; sin embargo, en Villa Hermosa, aunque los parámetros fisicoquímicos fueron aptos, se detectó alteración microbiológica, con colis totales de 55 NMP/100 mL (límite: 50) y colis fecales de 30 NMP/100 mL (límite: 30), siendo E. coli adecuado según la norma. En Torrecceaca se hallaron colis totales de 60 NMP/100 mL (superior al límite de 50) y coliformes fecales de 25 NMP/100 mL (límite: 20), aunque los fisicoquímicos fueron aptos; finalmente, en Choca I todos los parámetros evaluados respetaron los márgenes aceptables. En conclusión, el estudio demuestra que la calidad microbiológica del agua constituye el principal factor de riesgo sanitario en los centros poblados evaluados, evidenciándose que la contaminación fecal es recurrente en dos de las cuatro localidades y que la potabilidad del agua no está garantizada de forma uniforme, lo que exige la



implementación inmediata de estrategias de desinfección y vigilancia sanitaria continua.

Tomando en cuenta a Díaz y Vásquez (2022) en su tesis desarrollaron como objetivo evaluar el funcionamiento del sistema de agua potable y plantear un diseño mejorado que asegure su disponibilidad y calidad. La metodología fue aplicada, descriptiva–evaluativa, con diseño sin experimentación y nivel diagnóstico; se realizó un levantamiento técnico de captaciones, inspección de líneas de conducción, análisis estructural de reservorios, evaluación del caudal disponible mediante aforos y análisis fisicoquímicos y microbiológicos en laboratorio acreditado. Los resultados mostraron deficiencias críticas en infraestructura: captaciones deterioradas, reservorios con fisuras y ausencia total de cloración; el análisis del agua evidenció ausencia de cloro residual, detección de coliformes fecales más allá de los niveles admisibles, y un abastecimiento parcial insuficiente para la demanda poblacional. Se identificó que el volumen disponible no cubría las necesidades diarias y que el sistema presentaba pérdidas significativas. Los autores propusieron un nuevo sistema compuesto por cinco captaciones de ladera, tres reservorios (5 m³ para los sectores 1 y 3, y 10 m³ para el sector 2) y red de tuberías PVC de diámetros entre ½" y 2 ½", acompañado de un sistema de cloración mejorado. En conclusión, el sistema actual es insuficiente y no garantiza agua segura; sin embargo, el diseño propuesto permitiría asegurar tanto la continuidad del suministro como la excelencia sanitaria del líquido para la comunidad de Chacapampa, mitigando riesgos y fortaleciendo la gestión comunitaria del recurso.

En cambio, Postigo (2017) en su tesis tuvo como objetivo diseñar y evaluar técnicamente un sistema integral de agua potable y saneamiento para optimizar



la calidad de vida de la comunidad rural. La estrategia utilizada fue de carácter práctico, descriptiva–propositiva, con diseño no experimental y nivel proyectivo; incluyó un diagnóstico técnico de la captación, conducción, almacenamiento, distribución y saneamiento existente, además de levantamientos topográficos, análisis de suelos, cálculos hidráulicos, modelamiento de redes, análisis de calidad de agua mediante pruebas físico-químicas y microbiológicas, y dimensionamiento de unidades de tratamiento para aguas residuales. Se realizaron aforos en la fuente, pruebas de presión en la red, inspecciones estructurales de reservorios y análisis de laboratorio que evidenciaron parámetros fuera de norma, tales como turbidez promedio de 14 NTU, falta de cloro libre, aparición de bacterias fecales con valores mayores a 30 NMP/100 mL, y un caudal disponible insuficiente frente a la demanda proyectada. Asimismo, se identificó que la infraestructura existente presentaba deterioro en más del 60 % de su longitud, pérdidas superiores al 18 % en conducción y reservorios sin impermeabilización adecuada. En conclusión, Postigo determinó que el sistema existente no garantizaba un suministro seguro ni continuo, por lo que propuso un nuevo diseño integral que incluyó captación optimizada, líneas de conducción renovadas, un reservorio de mayor capacidad, sistema de cloración eficiente y una PTARs, concluyendo que estas mejoras permitirían garantizar que el agua esté en buenas condiciones sanitarias, reducir riesgos epidemiológicos y mejorar la sostenibilidad del servicio en la comunidad de Sogay–Yarabamba.

En su investigación de Ayquipa (2022) analizó cómo la calidad del agua incide en la aparición de enfermedades gastrointestinales en la población. La metodología fue descriptiva–analítica, con diseño sin experimentación y



transversal; se sacaron muestras en tres sitios: el lugar de donde se toma el agua, la red de potabilización y viviendas, con procedimientos que incluyeron transporte en cadena de frío, análisis fisicoquímicos y microbiológicos según los DS 004-2017-MINAM y DS 031-2010-SA, y aplicación de encuestas a 90 pobladores, funcionarios municipales y personal de salud. Los hallazgos indicaron que, sin importar que las propiedades físicas y químicas en gran medida se ubicaban dentro de los rangos aceptables, la dureza total registró valores promedio entre 230 y 260 mg/L como CaCO_3 , rebasando el límite de 200 mg/L. En cuanto a la calidad microbiológica, se reportaron colis totales entre 45 y 75 NMP/100 mL (límite: 50 NMP/100 mL), coliformes fecales entre 20 y 38 NMP/100 mL (límite: 20 NMP/100 mL) y detección de *Escherichia* de *Escherichia coli* en 23 % de las muestras, evidenciando contaminación fecal reciente. Asimismo, el 68 % de los encuestados indicó haber presentado alguna vez manifestaciones gastrointestinales en los últimos tres meses, y el 52 % relacionó estos episodios con el consumo de agua almacenada en recipientes sin tapa, mientras que un 47 % manifestó no realizar ningún tratamiento domiciliario antes de consumirla. En conclusión, el estudio evidenció que la principal problemática sanitaria radica en la contaminación microbiológica del agua y en las inadecuadas prácticas de almacenamiento en los hogares, lo que incrementa significativamente los riesgos de trastornos digestivos en la comunidad del distrito de Salas.

En la investigación realizada por Pineda (2023) se planteó como objetivo evaluar el sistema existente y proponer mejoras para garantizar un abastecimiento adecuado y sanitario. La metodología fue de tipo correlacional, con diseño sin experimentación y de corte transversal, combinando un enfoque



cualitativo para el diagnóstico de infraestructura y un enfoque cuantitativo para la formulación de mejoras técnicas; se evaluaron los cinco partes del conjunto (captación, ducto de conducción, aducción, reservorio y red de distribución) mediante inspecciones técnicas, mediciones topográficas, análisis de caudal, pruebas de presión, verificación de pérdidas y revisión de planos. El procedimiento incluyó levantamiento de información in situ, análisis documental, estimaciones de demanda hídrica y modelamiento básico para proyectar el funcionamiento del sistema. Los resultados indicaron que la captación tenía deficiencias estructurales y baja eficiencia de captación, la línea de conducción presentaba materiales deteriorados en más del 40 % de su longitud, el reservorio mostraba un estado regular con filtraciones y la aducción tenía pérdidas estimadas del 15–22 % del caudal; además, la cobertura de agua antes del mejoramiento alcanzaba solo a ^{**}110 de 146 viviendas (75 %)". Tras el análisis, se ejecutó un mejoramiento integral que incluyó la ampliación de la infraestructura de captación, instalación de tubería clase 10 en conducción y aducción, reparación del reservorio y optimización de las redes internas. En conclusión, antes del mejoramiento el sistema no garantizaba continuidad ni calidad adecuada, pero la propuesta permitió elevar la cobertura al 100 % de las 146 viviendas, mejorar la continuidad del servicio y asegurar una calidad de agua compatible con los estándares sanitarios, contribuyendo significativamente a mejorar la condición sanitaria del caserío La Rinconada.

2.1.3. Antecedentes regionales

En el artículo de Mamani y Calcina (2025) evaluaron los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del agua del río Coata y de pozos subterráneos de la comunidad campesina de Suches En los periodos de octubre y diciembre



de 2018. La metodología se basó en analizar 18 muestras de agua, aplicando métodos electrométricos, titulométricos, colorimétricos, de Mohr y espectrofotométricos para los parámetros fisicoquímicos, así como recuento en placa y métodos NMP para los parámetros microbiológicos, contrastando los valores con la normativa sanitaria peruana. Los resultados evidenciaron rangos amplios de variación: pH entre 7.46 y 8.22, dureza entre 178.32 y 953.32 mg/L, conductividad entre 216.66 y 1283 $\mu\text{S}/\text{cm}$, bicarbonatos entre 56.66 y 240 mg/L, cloruros entre 21.68 y 500.70 mg/L, sulfatos entre 93.00 y 305.32 mg/L, hierro entre 0.006 y 0.012 mg/L, nitratos entre 1.53 y 25 mg/L y arsénico entre 0.020 y 0.044 mg/L. En cuanto a la calidad microbiológica, los colis totales alcanzaron valores de 29–267 NMP/100 mL y los colis termotolerantes fluctuaron entre 3–60 NMP/100 mL, excediendo los niveles máximos permitidos definidos para agua potable. Concluyendo que los niveles elevados de dureza, sales disueltas, sulfatos y arsénico, así como la presencia notable de coliformes, indican que el agua consumida por la comunidad de Suches no satisface con los estándares sanitarios nacionales y representa un peligro para el bienestar personal, indicando la urgente necesidad de mantenerse vigilando y tratando el agua en los lugares evaluados.

Por otro lado, Tipo (2024) en su tesis tuvo como objetivo evaluar el estado del la forma en que llega el agua y cómo está fisicoquímica y microbiológica del agua consumida por la población. La metodología fue sin experimentación, de tipo descriptivo–deductivo y técnica observacional, realizando un diagnóstico integral del sistema en cinco lugares de análisis (recolección, almacenamiento, alojamiento inicial, medio y final). Los hallazgos indicaron que, si bien los elementos estructurales del sistema están en óptimas condiciones, la cloración



opera de manera deficiente y existe acumulación de excretas sobre el lecho filtrante, lo que incrementa el riesgo sanitario. El análisis fisicoquímico evidenció pH entre 8.0 y 8.2, turbidez de 1.6 a 1.8 NTU, conductividad eléctrica entre 292.5 y 298 $\mu\text{mho/cm}$, SST entre 147 y 155 mg/L, sólidos disueltos totales entre 142.93 y 148.52 mg/L, dureza < 0.02 mg/L, cloro libre entre 0.7 y 0.81 mg/L, nitratos entre 0.0005 y 0.006 mg/L, arsénico entre 0.0009 y 0.002 mg/L, cadmio entre 0.0004 y 0.009 mg/L, mercurio entre 0.0002 y 0.0003 mg/L, plomo entre 0.002 y 0.003 mg/L, y hierro entre 0.0009 y 0.001 mg/L, ubicándose estos últimos por debajo de los LMP. Sin embargo, los parámetros microbiológicos superaron ampliamente la normativa: coliformes totales entre 49 y 58 NMP/100 mL, colis fecales < 1.8 NMP/100 mL, *Escherichia coli* entre 1975 y 1995 Org/L, y organismos de vida libre también por encima de los valores permitidos, lo que representa un riesgo directo para la salud pública. En conclusión, el sistema de agua del centro poblado de Oruro presenta una condición sanitaria deficiente, con una cloración ineficaz y agua clasificada como de calidad pésima, lo que prueba la obligación apremiante de intervención técnica y sanitaria para cuidar el bienestar de las personas.

En su investigación Huanca y Quispe (2021) desarrollaron como objetivo establecer la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua distribuida en cuatro comunidades rurales que dependen del río Ilave como fuente principal. La metodología ejecutada fue de tipo descriptiva-analítica, con muestreo estratificado en 12 puntos (captación, reservorio y red de distribución), realizando análisis de pH, turbidez, conductividad, nitratos, sulfatos, coliformes totales y *E. coli* siguiendo el protocolo APHA 2017. Los resultados mostraron valores de pH entre 6.8–8.1, turbidez entre 4–18 NTU, conductividad entre 250–670 $\mu\text{S/cm}$,



nitratos entre 2.1–12.4 mg/L, mientras que el análisis microbiológico evidenció coliformes totales entre 90–230 NMP/100 mL y *E. coli* entre 15–65 NMP/100 mL, superando ampliamente los límites fijados en el D.S. 031-2010-SA. Además, el 62 % de los sistemas no contaba con cloración operativa y solo el 18 % de los reservorios tenía mantenimiento semestral. En conclusión, la investigación identificó una grave vulnerabilidad sanitaria en las comunidades evaluadas, donde la contaminación microbiológica representa el mayor peligro para el bienestar de la comunidad, evidenciando la necesidad urgente de implementar cloración continua y fortalecer la gestión del recurso.

Por otro lado, Chuquimia (2020) en su tesis evaluó cómo se encuentra la red de distribución y determinar la calidad del agua distribuida a la población. Su metodología fue descriptiva–diagnóstica, con análisis de campo en captación, línea de conducción, reservorio y red primaria, así como la recopilación de muestras en 5 lugares de la red, evaluadas en laboratorio acreditado de la UNA Puno. Los resultados fisicoquímicos mostraron pH entre 7.2–7.9, turbidez entre 2.5–7.8 NTU, conductividad entre 310–525 μ S/cm, cloro residual entre 0–0.1 mg/L, nitratos entre 0.8–3.4 mg/L y hierro entre 0.04–0.12 mg/L. En cuanto a la calidad microbiológica, se detectaron colis totales entre 40–160 NMP/100 mL, *E. coli* entre 8–22 NMP/100 mL, evidenciando contaminación fecal reciente. A nivel de infraestructura, el 55 % de la tubería presentaba desgaste, el reservorio mostraba fisuras y la captación no tenía cerco perimétrico, lo que facilitaba la intrusión de animales. En conclusión, se estableció que el sistema de suministro de agua de Jayllihuaya no garantizaba agua segura ni continuidad óptima, recomendando una intervención inmediata para mejorar la captación,

implementar cloración eficiente y reforzar la protección sanitaria de la infraestructura.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Agua potable

El concepto de agua potable según el IPC establece que este líquido requiere estar exento de contaminantes en gradientes que puedan provocar enfermedades y cumplir con los estándares de calidad tanto bacteriana como propiedad de los lineamientos de agua potable de la autoridad sanitaria o las normas de la entidad de salud pública que corresponda. No obstante, la descripción de IPC no alude a contaminantes particulares, criterios vigentes de calidad del agua potable o la entidad específica que debería encargarse de asegurar que se respeten esos criterios (New Hampshire Department of Environmental Services, 2015).

El agua destinada para beberla o para uso doméstico, es decir agua potable, es aquella que posee cualidades seguras para ser ingeridas sin restricciones. Esto se debe al tratamiento que recibe, conocido como potabilización. En líneas generales, esta idea se refiere a esos recursos hídricos que cumplen con las normativas que regulan ese procedimiento y las propiedades del agua potable (Mendoza, 2012).

De acuerdo con el reporte de la OMS de 2017, el agua apta para el consumo es aquella que no conlleva ningún peligro importante para el bienestar a lo largo de la vida por su consumo, considerando las distintas sensibilidades que pueden presentarse en las diferentes etapas de la vida. (Abbot, y otros, 2011).

El agua es un elemento fundamental para todos los tipos de vida que conocemos, y los procesos a través de los cuales se regula el equilibrio de

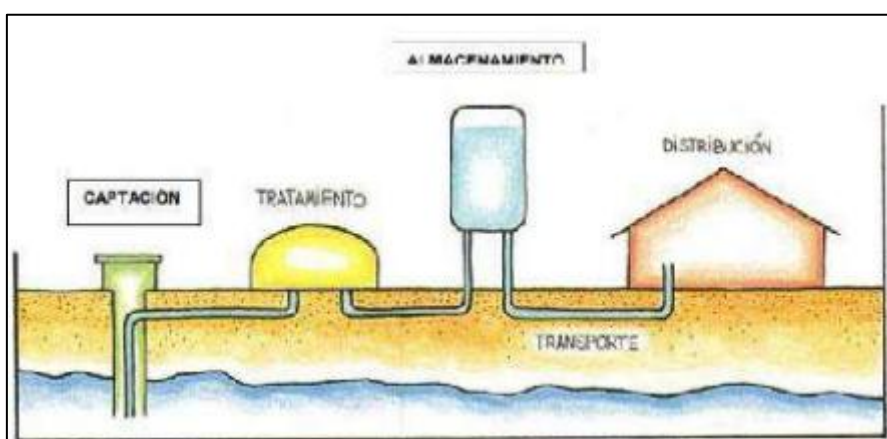
líquidos y electrolitos en los seres humanos son ampliamente comprendidos. En resumen, se puede describir como aquella que se ajusta a las regulaciones nacionales y normas que establecen los criterios sobre la calidad del agua destinada al consumo humano. Estas pautas aseguran que el agua esté libre de microorganismos, sustancias dañinas y cumpla con ciertas características sensoriales como el color, el sabor y el olor. Además, debe cumplir con la responsabilidad de evitar la formación de capas de sarro o deterioro en las instalaciones sanitarias por las que discurrirán (Grandjean, 2006).

2.2.2. Sistema de abastecimiento de agua potable

Un sistema de suministro de agua está compuesto por una planta de tratamiento, tanques, tuberías de transporte y/o bombeo, redes de distribución de agua y una o más fuentes. La razón del servicio de agua que llega a casa es suministrar de forma constante el volumen necesario de agua en muy buen estado y con la presión adecuada (Quispe, 2018).

Figura 1

Captación, almacenamiento y distribución del sistema de abastecimiento de agua.



Nota. Imagen extraída del Manual para manipuladores de alimentos, citado por Fernández (2013).

De manera análoga, el diseño hidráulico que en esta situación abarca las tuberías y además debe asegurarse la correcta regulación del sistema de circulación apropiado, mantener la energía en ciertas áreas en tanto se libera (a causa de la fricción) en otras, y controlar con exactitud los desperdicios de energía que genera el rozamiento en los caños y accesorios. Analizar el diseño mismo, escoger con tino tuberías de diferentes medidas y calidades, y ubicar adecuadamente las válvulas de aire y descarga, entre otros detalles elementos, son los elementos clave del diseño hidráulico. Con base en las ecuaciones de Hazen Williams recomendadas y aplicadas para estas circunstancias, se llevará a cabo el cálculo (Tisnado, 2018).

El circuito que lleva el agua puede brindar a los usuarios las mejores condiciones sanitarias, en distintas partes:

a. Captación

El recurso que se emplee debe considerarse al momento de examinar las estructuras de recolección y extracción de agua, dado que las precipitaciones que se deposita sobre una superficie concreta se filtra hasta llegar a un punto fijo que se conoce como capa freática en un 35%. de las ocasiones. Esto significa que, para recolectar aguas pluviales, es fundamental considerar sus características físicas, químicas y microbiológicas, además de otros aspectos (Martinez, 2021).

La manera en que se capta el agua cambia dependiendo de los rasgos y la configuración del terreno donde se ubica la fuente. Por ejemplo, en zonas rocosas, en los lugares donde el agua afluye por cavidades, se emplea una caja de captación para recogerla, impidiendo que se escape sin control; en suelos



permeables, se usan galerías filtrantes o drenajes que reúnen el agua en un mismo sitio (Martínez, 2021).

b. Línea de conducción

Una red de tuberías está formada por la cañería que lleva el agua desde donde se toma el agua hasta el tanque donde se guarda, pasando por todas las estructuras, equipos, dispositivos, válvulas y anexos (Tisnado, 2018).

c. Reservorio

De acuerdo con las necesidades de agua proyectadas y el caudal que puede ofrecer la fuente de manera estable, esta estructura de almacenamiento asegura la correcta operatividad presión de la red y el mantenimiento de un servicio que funcione bien. Además, cumple una función clave en el proyecto económico, cuyas longitudes reales dependen de su potencial y de la elección del lugar donde se ubica. Los tres aspectos más decisivos a tener en cuenta en el diseño son el tipo de reservorio, su capacidad y su localización (Tisnado, 2018).

d. Red de distribución

Tisnado (2018) Señala además que, para garantizar un suministro de agua en volúmenes suficientes y con presiones correctas en cada lugar de la red, resulta indispensable definir la ubicación estimada del estanque de almacenaje antes de trazar la red de distribución. Los volúmenes de agua asignados han establecido los caudales que se emplearán, y el diseño se orienta a los casos más desfavorables. Para considerar estas suposiciones, se han analizado las fluctuaciones de demanda y se ha contemplado el volumen más alto por hora del sistema.

Las presiones deben estar dentro de los límites más bajo y más alto en cada posible escenario de análisis. De este modo, la red debe asegurar la presión mínima del servicio que atiende a la población superior y que permiten conducir el agua hasta los lugares de suministro (piscinas públicas). Aparte, la red debe contar con topes de presión más alta para evitar roturas en las tuberías y que el servicio se brinde sin entorpecer de forma importante el nivel de utilización de la población es bajo (Tisnado, 2018).

- La velocidad mínima debería ser de 0.6 m/s 0.6 m/s y la máxima de 3.00 m/s 3.00 m/s..
- Se recomienda que el sistema de abastecimiento disponga de un grosor mínimo
- $\frac{3}{4}$ pulgada. No se aconseja colocar válvulas en tramos que superen los 300 metros.

Hay dos maneras principales de llevar agua en un sistema de suministro de agua potable:

- ✓ **Sistema abierto:** Estas redes de distribución están compuestas por varias derivaciones y una derivación principal. Se usa cuando el relieve complica o bloquea los empalmes entre ramales y cuando el incremento de gente es lineal, lo más común en paralelo a una vía o a un río. (Tisnado, 2018).
- ✓ **Sistema cerrado:** Se trata de redes conformadas por tuberías que se interconectan entre sí para formar mallas. La estructura más adecuada de la red de reparto es la que busca formar un circuito cerrado para dar un servicio más eficaz y constante a través de la conexión de tuberías. (Garson, 2014).

2.2.3. Fuentes de abastecimiento de agua

Las fuentes de suministro de agua son el origen del recurso hídrico utilizado para el suministro a la población, y pueden clasificarse según su naturaleza, disponibilidad y nivel de protección sanitaria. Estas fuentes cumplen una función esencial en la capacidad de los sistemas de agua potable para garantizar un suministro seguro y continuo, especialmente en zonas rurales donde la infraestructura de captación puede ser vulnerable a factores ambientales y antrópicos (OMS, 2022).

2.2.3.1. Aguas subterráneas

Se entiende por agua subterránea aquella que ocupa todos los huecos del estrato geológico; o sea, toda el agua que está por debajo del nivel freático. El agua subterránea tiene especial relevancia en aquellos lugares áridos donde el escurrimiento disminuye considerablemente en determinadas épocas del año. Las aguas subterráneas se originan por la penetración directa del terreno gracias a lluvias o nieve, y/o por la penetración indirecta que llega de ríos o lagos. La penetración es el proceso donde el agua se mete a las capas más altas del terreno, mientras que la percolación corresponde al desplazamiento del agua a través de las capas de subsuelo. Si el nivel del agua superficial queda más alto que el nivel freático (influyente), hay un aporte hacia las aguas subterráneas; en cambio, si el nivel de las aguas superficiales está más bajo que el nivel freático (saliente), el aporte procede de las aguas superficiales. Es por ello que se mantienen corrientes perennes incluso en ausencia de precipitación. (Villón, 2002).

Las aguas subterráneas corresponden a aquellas ubicadas bajo la superficie, en el subsuelo, que han quedado retenidas por la acción de la

gravidad a través del suelo y de los cuerpos de agua (ríos, lagunas, etc.). y se van moviendo poco a poco por los espacios libres que tienen las rocas y los suelos, a través de sus poros, dando origen a los acuíferos. La verdad es que las aguas subterráneas constituyen la mayor cantidad de agua dulce en estado líquido, aunque no son fáciles de aprovechar en su mayor parte. (Gonzales Leal, 2012).

a. Agua de manantiales

Los manantiales son aguas del subsuelo que, por cómo está dispuesto el terreno, brotan a la superficie, normalmente en pendientes o planicies, al toparse con estratos impermeables en los terrenos por los que se desplazan. El agua que está en la naturaleza no es completamente pura; al atravesar el suelo se enriquece con minerales que le aportan sus rasgos particulares, pero también puede incluir materia orgánica, gases o microorganismos. De siempre, las personas vinculan el agua de manantial con una buena calidad, creyendo que el proceso de depuración natural, al pasar por distintas capas freáticas, quite las sustancias indeseables. (Rodríguez & Hernández , 2003).

Son cauces naturales de agua que salen del interior de la tierra desde un lugar determinado o por una zona reducida. Pueden presentarse en superficie o confluir con cursos de agua como arroyos, ríos, lagunas o lagos. Además, pueden ser continuas o temporales, y tener su origen en el agua de lluvia infiltrada o bien en fuentes ígneas. El agua que brota de los manantiales varía según la temporada y cuánto llueve. Los manantiales de filtración suelen agotarse con frecuencia en épocas áridas o con pocas precipitaciones; no obstante, otros muestran un caudal copioso y permanente que ofrece un aporte de agua considerable para la zona. (Rodríguez & Hernández , 2003).



b. Aguas de pozos

Consiste en obtener aguas subterráneas a través de la perforación o el cavado de pozos. El agua se extrae, recoge y eleva a un depósito de almacenamiento mediante diversos procedimientos, como la bomba eléctrica, el molino de viento, entre otros. (Ordoñez, 2002).

Los pozos perforados pueden significar una opción de agua a bajo precio para hogares, pequeñas comunidades rurales y sectores urbanos. Cómo funciona es bastante simple: se abre un pozo en una masa de agua subterránea y después se recoge el agua filtrada con ayuda de una bomba que se opera de forma manual o mecanizada. La obra se realiza con rapidez y hay varias formas sencillas de pozos al alcance de la mayoría de los tipos de terreno. (Bruni & Spuhler, 2018).

Una perforación es un orificio que se abre en el terreno atravesando distintas capas geológicas, algunas de las cuales pueden ser acuíferas y otras no, ya sea rocas consolidadas o materiales no consolidados. Cada tipo de formación requiere un método de perforación específico, de manera que en un mismo pozo, al atravesar capas de naturaleza diferente, suele ser necesario emplear técnicas distintas en cada uno de esos estratos. (OPS/CEPIS, 2004).

2.2.3.2. Aguas superficiales

El agua superficial es aquella que se reúne o se mueve sobre la superficie del terreno. De esta manera, el agua que fluye por los cauces da lugar a las aguas superficiales; estas se originan en la precipitación, en el derretimiento de los nevados o en el paso de las aguas subterráneas a través de manantiales, que a su vez alimentan los cursos de los ríos. (Chow, Maidment, & Mays, 2000).

Las aguas superficiales reciben este nombre cuando conforman ríos, mares, embalses naturales, lagunas, entre otros. Aunque muchas veces se vean claras, suelen estar contaminadas, por lo que es peligroso usarlas para tomar si antes no reciben un tratamiento apropiado. Además, al correr sobre la superficie del suelo, acumulan numerosas bacterias y, al pasar por zonas pobladas, Reciben descargas de aguas grises y basura, lo que repercute su deterioro. (DIGESA, 2011).

2.2.4. Tipos de sistemas de agua potable

Los sistemas de agua potable son agrupaciones de obras e instalaciones cuya finalidad es captar, conducir, guardar y distribuir agua segura para beber, y su diseño depende bastante del relieve, la disponibilidad de fuentes y las condiciones de la comunidad beneficiaria. En zonas rurales y urbano-marginales, la elección del tipo de sistema resulta crucial para asegurar la continuidad del servicio, la eficiencia hidráulica y la sostenibilidad operativa, ya que la infraestructura debe adaptarse a las particularidades geográficas y económicas del territorio (OMS, 2022).

a. Sistema de agua potable por gravedad

El sistema de agua potable que funciona por gravedad es considerado uno de los métodos más eficientes, económicos y confiables para transportar y distribuir agua en comunidades donde la topografía permite el desplazamiento natural del agua desde una cota superior hacia zonas más bajas. Este sistema funciona aprovechando la diferencia altitudinal entre la captación, el reservorio y las viviendas, permitiendo que el agua fluya sin necesidad de equipos electromecánicos, lo que disminuye costos de operación y riesgos de fallas técnicas. La literatura técnica señala que estos sistemas son altamente

recomendables para zonas rurales por su simplicidad y por su bajo requerimiento energético, siendo la condición indispensable que el reservorio se ubique a mayor elevación que las redes de distribución (Murillo & Alcívar, 2015).

b. Sistema de agua potable por bombeo

El sistema de agua potable por bombeo se implementa cuando la topografía no permite el flujo natural del agua por gravedad, especialmente en zonas donde la fuente de abastecimiento o la captación se encuentran a un nivel inferior respecto al área poblada. Según Ordoñez (2011) estos sistemas dependen de equipos electromecánicos como: bombas centrífugas o sumergibles, que impulsan el agua hacia un reservorio o tanque elevado ubicado en un punto estratégico de la comunidad. Aunque permiten abastecer zonas que no cuentan con las condiciones topográficas adecuadas, requieren mayor inversión económica, mantenimiento más especializado y un suministro eléctrico constante para su funcionamiento, lo que puede representar limitaciones operativas en comunidades rurales con recursos restringidos (Jiménez, 2010).

2.2.5. Calidad del agua

La calidad del agua destinada al consumo debe analizarse antes de construir el sistema de suministro. El agua que encontramos en la naturaleza trae consigo impurezas que pueden ser de tipo físico-químico o bacteriológico y cambian según el tipo de fuente. Cuando esas impurezas superan los valores recomendados, el agua debe tratarse antes de ser ingerida. Además de estar libre de sustancias perjudiciales para la salud, no debe presentar rasgos que hagan desagradable o rechazable su consumo. (Contreras Chura, 2021).

Se suele evaluar la calidad del agua según el uso o la actividad para la que fue destinada, no de manera absoluta, ya sea para beber, regar, uso en fábricas,

criaderos de peces o para recreo. También, la calidad de un cuerpo de agua natural puede relacionarse con qué tan cerca está de su estado original (composición); la pérdida de calidad se entendería entonces como su separación de las condiciones naturales, es decir, contaminación (Sanchez, 2016).

Tabla 2

Parámetros físicos, químicos y biológicos para determinar la calidad del agua.

Parámetros	Descripción
Parámetros físicos	Sólidos o residuos, turbiedad, color, olor y sabor, y temperatura.
Parámetros químicos	Aceites y grasas, conductividad eléctrica, alcalinidad, cloruros, dureza, pH, sodio, sulfatos
Parámetros biológicos	Algas bacterias (coliformes termo tolerantes y coliformes totales), recuento heterotrófico, protozoos, virus y helmintos patógenos.

Nota. Esta tabla manifiesta los principales parámetros para determinar la calidad del agua, citado por Mejía (2005).

Zea (2010) señala que el agua potable segura debe cumplir con las siguientes características de calidad del agua.:

- Sin organismos patógenos.
- Con poca cantidad de elementos muy venenosos o que generen consecuencias graves a largo plazo, como el plomo.
- Transparente.
- Sin sabor salino.
- Sin compuestos que produzcan olores o sabores desagradables.
- No corrosiva, ni capaz de provocar depósitos en las tuberías ni manchas en la ropa.

2.2.6. Importancia de la calidad del agua

Lo vital que es el agua para la sociedad es algo que se tiene presente como un bien esencial en el crecimiento económico y desarrollo social de las naciones. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, la agricultura constituye un sector clave para la economía de muchos países; emplea aproximadamente del total de agua extraída, el 70% va al sector agrícola, mientras que la industria emplea el 20% y el 10% restante se dirige al uso doméstico. Más allá de que esté disponible, otro problema importante es la mala calidad del agua. (Contreras Chura, 2021).

Dice que el agua se considera algo esencial para la sociedad, pues resulta decisivo en el crecimiento económico y el progreso social de las naciones. Según la ONU para la Alimentación y la Agricultura, la agricultura es un sector clave para la economía de muchos países utiliza alrededor del total de agua que se saca, el 70% corresponde al uso agrícola; el rubro industrial ocupa el 20% y el 10% que queda se destina al uso doméstico. Más allá del acceso, otro gran problema es la poca calidad del agua. De acuerdo con cifras de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2006), Son más de mil millones las personas que no cuentan con agua libre de contaminación, y en las zonas rurales la situación es más grave: al menos el 29 % de los habitantes no tiene agua potable y el 62 % no dispone de saneamiento básico adecuados. En los países en desarrollo, aproximadamente entre el 90% y el 95% de las aguas residuales y alrededor del 70% de los residuos industriales se vierten a los ríos sin tratamiento previo, lagos y otras aguas superficiales, lo que contamina los recursos hídricos disponibles. Por otro lado, las actividades agrícolas, sobre todo en naciones industrializadas, generan una fuerte contaminación de los acuíferos y de los cuerpos de agua

superficiales, debido al arrastre de fertilizantes y plaguicidas y a la incidencia de la lluvia ácida. (Molina, 2002).

2.2.7. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua potable

Las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del medio donde el agua se desenvuelve se manifiestan en los principales indicadores de su calidad (Bonifacio, 2023).

2.2.7.1. Parámetros físicos del agua

El aspecto del agua, que puede percibirse mediante los sentidos, se considera al valorar sus características físicas. Lo físico del agua se nota en cosas como la turbidez, el color, la temperatura, el olor y el sabor. El agua destinada al abastecimiento de una comunidad debe mantenerse limpia y transparente. La turbidez es un fenómeno óptico que se produce cuando la luz que se filtra por el agua, con partículas suspendidas, se esparcen y se absorben. Puede surgir a partir de la escorrentía superficial que arrastra detritos orgánicos y minerales suspendidos o del lodo y sedimento que se desprenden del suelo. Asimismo, la sílice, el azufre y las arcillas pueden aumentar la turbidez, del mismo modo que el carbonato de calcio que aparece en el agua con mucha cal. (Bonifacio, 2023).

a. Temperatura

La temperatura del agua hace referencia al grado de calor contenido en ella. Constituye una de las propiedades físicas esenciales, ya que afecta una amplia gama de procesos biológicos, químicos y físicos en los sistemas acuáticos. La temperatura del agua puede variar significativamente según factores como la ubicación geográfica, en qué momento del día, en qué temporada, a qué profundidad y por la influencia de fuentes de calor o de frío,



como ríos que llegan o corrientes. Aparte, la temperatura del agua puede constituir un indicador clave de la calidad y el estado de salud del ecosistema acuático. (Rodríguez Given , 2009).

b. Conductividad eléctrica

Al medir la conductividad eléctrica, su cambio se relaciona, por lo general, con la presencia de sales contaminantes procedentes de la infiltración o de aguas superficiales, pese a que el agua naturalmente incorpora iones en su composición, Sin embargo, valores superiores a los permitidos suelen relacionarse con fuentes de contaminación vinculadas a la actividad minera; además, también debe tomarse en cuenta la época en que se recoge la muestra, ya sea temporada de secas o de lluvias (Mondaca, 2013).

c. Sólidos disueltos totales

Es una forma de medir la cantidad total de sustancias sólidas presentes en disolución dentro del agua. Estos sólidos pueden estar formados por una mezcla de minerales, materia orgánica, sales, metales disueltos y otras cosas elementos que han pasado al agua a formar parte del agua procedentes de diversas fuentes. Entre los sólidos disueltos totales, los compuestos químicos más habituales incluyen calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio y cloruro, que suelen encontrarse en la esorrentía generada por las lluvias (Sawyer & Mc Carty, 2001).

2.2.7.2. Parámetros químicos del agua

Debido a su composición y estructura, el agua resulta un elemento fundamental para la vida y presenta propiedades destacadas. Está formada por una molécula básica que tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, la forma en que se unen sus partes polares provoca que las moléculas cercanas

se unan mediante puentes de hidrógeno. Al conferir al agua propiedades similares a las de una molécula de mayor masa molecular, este enlace tiene una gran importancia. En consecuencia, el agua necesita temperaturas elevadas de fusión y ebullición para mantenerse en estado líquido a la temperatura habitual de la Tierra; al tener un calor específico tan alto, actúa como un gran regulador y estabilizador de los cambios térmicos, contribuyendo a la estabilidad de la temperatura corporal. (Tipo Soncco, Evaluación del sistema de abastecimiento y la calidad del agua potable del centro poblado de Oruro, distrito de Crucero - 2024, 2024).

a. Potencial de hidrógeno (pH)

Se trata de un indicador que permite saber si una sustancia es ácida, neutra o básica, dependiendo de cuántos iones de hidrógeno estén presentes. Esto se muestra en una escala del 0 al 14 y, en el punto 7, la sustancia se considera neutra. Los valores inferiores a 7 sostienen que es ácida, mientras que los superiores a 7 indican que es alcalina. (Espinoza et al., 2014). Las aguas naturales pueden presentar pH ácido debido al dióxido de carbono (CO_2) disuelto que proviene de la atmósfera o de los organismos vivos, como también por ácido sulfúrico que sale de algunos minerales y por ácidos húmicos que se encuentran en el suelo (Monte, 2005).

b. Cloruros

Suele emplearse como desinfectante, aunque, al combinarse con un metal como el sodio (Na), resulta indispensable para la vida, ya que trazas de cloruros son esenciales para que funcionen las células de los organismos. Además, el cloruro, en forma de ion Cl^- , viene de fuentes naturales, aguas servidas y desechos industriales. (García, 2019).

c. Dureza

Se conoce como dureza del agua la cantidad total de cationes metálicos no alcalinos presentes, entre ellos los iones de magnesio, calcio, estroncio y bario, que se encuentran principalmente presentes como carbonatos o bicarbonatos. Este nivel tiene que ver con los minerales metálicos de cationes divalentes (sobre todo los alcalinotérreos, especialmente Mg^{2+} y Ca^{2+}), expresados en términos de 17 mg/L de $CaCO_3$. Los iones llegan al agua de manera natural por la disolución; así, cuando el total de Mg y Ca es igual a 1 meq/L, la dureza se entiende como 100 mg/L de $CaCO_3$ (Flormilla, 2019).

d. Nitratos

Al tratarse de un elemento indispensable en la alimentación de muchos seres que se alimentan por sí mismos o hacen fotosíntesis, Que este elemento esté presente en el agua es importante y puede generar procesos de eutrofización en ríos y lagos. Es decir, algunas especies vegetales se desarrollarán en exceso y formarán una capa sobre la superficie del agua, dificultando su oxigenación natural. Además, el hecho de que el amonio se encuentre en su estado más oxidado sugiere que es probable que el agua con nitratos haya estado contaminada con anterioridad. (Bonifacio, 2023).

2.2.7.3. Parámetros bacteriológicos

Según la OPS/CEPIS (2004) Dice que la enorme cantidad de microorganismos que causan enfermedades y que se pueden hallar en una muestra de agua, sumada a la dificultad de muchas técnicas de hacerlos crecer, aislarlos y reconocerlos, hace que no sea práctico controlarlos a todos de manera sistemática, así que se necesitan cumplir estos requisitos básicos:

- Deben ser sencillos de cultivar en el laboratorio.
- Han de resultar relativamente inofensivos para las personas y los animales.
- La concentración debe corresponder al número de microorganismos patógenos que se encuentren en el agua.

Entre los indicadores microbiológicos del agua se incluyen:

a. Coliformes totales

Se trata de bacterias aeróbicas y anaeróbicas facultativas, gramnegativas, sin esporas y alargadas, que dan lugar a una colonia roja con brillo metálico en un medio como el Endo con lactosa, luego de un periodo de incubación de 24 horas a 35 °C. (NORMA TECNICA PERUANA, 2012).

Los coliformes totales pueden hallarse tanto en heces como en la naturaleza, como en aguas con muchos nutrientes, suelos o vegetales en descomposición. Igualmente, algunas especies rara vez o casi nunca están en heces, pero sí se desarrollan y multiplican en el agua. (DIGESA, 2002).

b. Coliformes termotolerantes

Lo que llamamos coliformes termotolerantes es un grupo de microbios que poseen características químicas propias de los coliformes, pero que además se distinguen por su capacidad de desarrollarse a temperaturas de incubación elevadas (44–45,5 °C). En este mismo grupo se incluyen los géneros *Escherichia* y *Klebsiella*. (Contreras, 2021).

El término coliforme fecal se refiere a aquellos microorganismos directamente y claramente asociados al ambiente fecal. El tracto digestivo de los animales de sangre caliente constituye uno de los hábitats típicos de este grupo bacteriano, aunque también pueden encontrarse en el suelo, en las plantas y en el agua. Dentro de este grupo se incluye al género *Escherichia*; pero como para



detectar coliformes fecales se usa que aguantan el calor, muchos resultados pueden ser falsos positivos por culpa de la *Klebsiella*, y eso no siempre quiere decir que haya contaminación fecal. Por eso, hacen falta métodos más finos que permitan medir con mayor precisión el grado de contaminación fecal. (OPS/CEPIS, 2004).

Características:

- Incluye a los géneros *Escherichia* y, en menor medida, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Este conjunto de microorganismos tiene la capacidad de fermentar la lactosa entre 44 y 45 °C. (OPS/CEPIS, 2004).

Riesgos para la salud:

- Es poco probable que los coliformes que aguantan el calor vuelvan a crecer en el sistema de distribución, a no ser que haya bastantes nutrientes o que entren en contacto con el agua ya tratada materiales que no son los adecuados.
- Por contacto directo pueden provocar infecciones en heridas y en las mucosas de los ojos y los oídos.
- Por ingestión pueden desencadenar gastroenteritis aguda.

c. *Escherichia coli*

Como señal más clara de contaminación fecal dentro del grupo de coliformes fecales, esta bacteria Gram negativa de la familia Enterobacteriaceae es un anaerobio facultativo que forma parte de la flora microbiana habitual del intestino de los animales de sangre caliente. Se considera el indicador más apropiado para evaluar la calidad del agua. (Bonifacio, 2023).

2.2.8. Riesgos sanitarios asociados al consumo de agua no tratada

Beber agua sin tratamiento constituye uno de los mayores peligros para la salud pública, especialmente en zonas rurales donde las fuentes de abastecimiento no cuentan con procesos adecuados de desinfección o presentan vulnerabilidad a la contaminación ambiental. La Organización Mundial de la Salud señala que el uso de agua sin tratamiento incrementa significativamente la probabilidad de transmitir enfermedades gastrointestinales, parasitarias y bacterianas, a causa de que haya microbios que causan enfermedades y químicos que hacen daño. Estos riesgos se intensifican en comunidades donde el abastecimiento proviene de manantiales, pozos o cuerpos superficiales expuestos a actividades agrícolas, ganaderas y domésticas (UNICEF, 2021).

Entre los contaminantes microbiológicos más frecuentes en el agua no tratada destacan los colis totales, coliformes fecales y *Escherichia coli*, indicadores clave de contaminación fecal. Su presencia revela la posibilidad de que el agua contenga agentes patógenos como bacterias, virus y protozoarios que pueden generar enfermedades como diarreas agudas, fiebre tifoidea, cólera, hepatitis A y giardiasis (MINSA, 2019). Estas enfermedades afectan de manera desproporcionada a niños y adultos mayores, quienes presentan mayor vulnerabilidad debido a su menor capacidad inmunológica, situación recurrente en comunidades altoandinas que dependen de fuentes no protegidas o sin tratamiento continuo (Diresa Puno, 2021).

Además de los riesgos microbiológicos, el agua no tratada puede contener contaminantes químicos derivados de actividades humanas o procesos naturales. Sustancias como nitratos, plomo, arsénico, cadmio o mercurio pueden

infiltrarse en fuentes superficiales y subterráneas, generando impactos negativos en la salud a mediano y largo plazo. Los nitratos, por ejemplo, están asociados a la metahemoglobinemia en infantes, mientras que los metales pesados pueden producir afectaciones neurológicas, renales y hepáticas cuando se consumen de manera prolongada (ANA, 2020). En la región altiplánica, diversos estudios han reportado presencia de metales en fuentes de agua utilizadas para consumo humano, lo cual incrementa la necesidad de monitoreo sanitario permanente (García & Ñique, 2019).

El impacto sanitario del consumo de agua no tratada también está relacionado con las condiciones socioeconómicas y las prácticas de uso de la población. Muchas familias almacenan agua en recipientes sin tapa o realizan prácticas de manejo que favorecen la contaminación secundaria del recurso dentro del hogar. La falta de educación sanitaria y de acceso a infraestructura adecuada refuerza estos riesgos y dificulta la adopción de medidas de prevención (Vega & Huamán, 2020). Por ello, la vigilancia de la calidad del agua y la promoción de hábitos seguros, como hervir el agua o aplicar cloración domiciliar, resultan estrategias esenciales para reducir la carga de padecimientos asociados al consumo de agua no tratada (MINSA, 2019).

2.2.9. Factores que influyen en la cantidad y calidad de agua

2.2.9.1. Uso de la tierra y su relación con la calidad de agua

Cerca del 80 % del deterioro de la calidad del agua se origina por sedimentos en suspensión, que en su mayoría se originan por la erosión de los suelos a causa de las urbanizaciones, la tala de bosques y las actividades agrícolas y ganaderas, las cuales afectan en mayor medida la calidad del agua. Pero el uso que se le da al suelo cambia cómo funcionan los procesos

hidrológicos y de sedimentación, y está ligado a cosas como la escorrentía, las inundaciones, la recarga de aguas subterráneas, la erosión y cuántos sedimentos llegan (Sanfeliú, 2001).

Los efectos de las prácticas de uso del suelo pueden organizarse en dos grandes grupos: efectos sobre los valores de uso y los valores de no uso. Los tipos de uso pueden ser de tipo consumivo, como el riego y el abastecimiento doméstico, o no consumivos, como el transporte. La falta de claridad entre lo que se hace con el suelo en la cuenca alta y cómo eso afecta a quienes aprovechan los recursos en la parte baja de la cuenca trae, a su vez, inseguridad en los valores económicos que están vinculados. (Sanfeliú, 2001).

2.2.9.2. La actividad ganadera y su relación con la calidad de agua

El impacto sobre la calidad del agua está ligado a la intensidad del sobrepastoreo, que afecta la estructura del suelo por el aumento del pisoteo; cuando ocurre una lluvia o un riego, la capacidad de almacenamiento del suelo se rebasa con facilidad y, de manera inevitable, se produce el arrastre de nutrientes mediante la escorrentía y la lixiviación hacia las fuentes de agua. En zonas donde hay ganado con una pendiente del 1 %, se ha visto que con unas 8 toneladas de estiércol seco por hectárea es suficiente para que el agua superficial se llene de nitrógeno y fósforo. (Vidal & Vallejos, 2000).

2.2.9.3. La agricultura y su influencia en la calidad de agua

En muchos países de América Latina, uno de los grandes problemas es la contaminación que llega de fuentes dispersas, como sucede con la agricultura, donde el uso de fertilizantes, plaguicidas, insecticidas y desechos es arrastrado por las lluvias hacia los cuerpos de agua. Esta situación está estrechamente vinculada con el proceso de pérdida de suelos, que presenta dos dimensiones

fundamentales: la dimensión física, referida a la desaparición de la capa cultivable del suelo, y el deterioro de la tierra debido a la erosión en capas y la aparición de cárcavas, que generan altos niveles de turbidez en el agua. (Wagner & Libra, 2000).

2.2.9.4. Actividades Humanas

El deterioro de la calidad del agua provocado por la acción humana afecta el aprovechamiento de las aguas río abajo, pone en riesgo la salud de las personas y el buen funcionamiento de los ecosistemas acuáticos, reduciendo así la disponibilidad real de agua y elevando la competencia por el recurso de mejor calidad. (Colon, 2003).

2.2.9.5. Cobertura vegetal

Cuando no hay vegetación que cubra el suelo, el agua de lluvia corre más y golpea más fuerte la tierra, lo que termina provocando un mayor flujo de agua, la ruptura de los agregados del terreno y facilita que las corrientes los arrastren con más facilidad. Esto muestra que el estado del suelo y de la vegetación aumenta la cantidad de sedimentos que se transportan. Asimismo, la elevada carga de sedimentos que conducen estas corrientes, producto de la erosión en las zonas de mayor altitud, se traduce en una calidad más baja del recurso hídrico, restringiendo su empleo en procesos industriales, en la generación hidroeléctrica, en la irrigación de zonas aguas abajo y elevando el costo de su tratamiento para el consumo humano. (Contreras Chura, 2021).

2.2.10. Proceso de potabilización en sistemas rurales

El proceso de potabilización es el conjunto de operaciones físicas, químicas y microbiológicas destinadas a transformar el agua cruda en agua apta para el consumo humano. En sistemas rurales, este proceso suele ser más simplificado

debido a las limitaciones técnicas, económicas y operativas de las comunidades, por lo que el tratamiento se enfoca principalmente en asegurar la eliminación de microorganismos patógenos y reducir los parámetros que representan riesgos sanitarios (OMS, 2022). A pesar de su simplicidad, la potabilización en zonas rurales cumple un rol vital en la prevención de padecimientos transmitidos por el agua especialmente en localidades que dependen de fuentes vulnerables a contaminación superficial o subterránea (MINSA, 2011).

En muchos sistemas rurales del Perú, el tratamiento del agua se basa en procedimientos esenciales como la captación protegida, la sedimentación natural, la filtración simple y la desinfección, siendo esta última la etapa más crítica. La ANA señala que la protección de fuentes y la captación adecuada son el primer paso del proceso, ya que previenen la entrada de sedimentos, materia orgánica o coliformes, reduciendo la necesidad de tratamientos más complejos. Sin embargo, debido a la limitada infraestructura y a la variabilidad de calidad de las fuentes, la potabilización rural requiere intervenciones periódicas y adaptadas al contexto local (ANA, 2020).

La filtración es otra etapa fundamental en sistemas rurales y puede realizarse mediante filtros lentos, filtros de grava o sistemas de filtración en capas, que actúan como barreras físicas para remover turbidez, sólidos suspendidos y parte de la carga microbiana. Estudios técnicos muestran que los filtros lentos de arena son una opción eficaz para comunidades rurales debido a su bajo costo, facilidad de mantenimiento y capacidad para remover hasta un 90 % de bacterias y turbidez. No obstante, estos sistemas requieren limpieza periódica y supervisión comunitaria para garantizar su eficiencia (García & Ñique, 2019).

La etapa más importante del proceso de potabilización en áreas rurales es la desinfección, usualmente realizada mediante cloración. La aplicación de cloro permite eliminar bacterias, virus y protozoarios patógenos, proporcionando además un efecto residual que resguarda el agua durante su almacenamiento y reparto. El Ministerio de Salud indica que el cloro residual en el sistema debe fluctuar entre 0,5 mg/L en los puntos de ingreso y no menos de 0,2 mg/L en los lugares más distantes de la red., para asegurar una adecuada inactivación microbiana. En sistemas rurales, la cloración puede aplicarse mediante dosificadores de goteo, hipocloradores de pastilla o cloración manual, dependiendo de los recursos disponibles (Diresa Puno, 2021).

Sin embargo, la desinfección no está exenta de dificultades. En muchas comunidades, la carencia de capacitación técnica, el desabastecimiento de cloro, la inexistencia de dosificadores o el desconocimiento sobre la importancia del cloro residual generan interrupciones en el proceso, incrementando el riesgo sanitario para la población. Por ello, organismos como la OMS y el MVCS enfatizan la necesidad de fortalecer la gestión comunitaria, capacitar a los operadores de la JASS y promover prácticas locales de vigilancia del cloro residual, ya que estos factores determinan la efectividad del proceso de potabilización (MVCS, 2021).

2.2.11. Indicadores de satisfacción y percepción del servicio

La conformidad de los usuarios y la valoración que hacen del servicio de agua potable constituyen componentes esenciales para evaluar la calidad y sostenibilidad de los sistemas de abastecimiento, especialmente en contextos rurales donde la gestión depende en gran medida del involucramiento comunitario. Diversos estudios destacan que el nivel de satisfacción influye



directamente en la aceptación del servicio, el pago de tarifas, la operación del sistema y el compromiso de los usuarios con su mantenimiento (Vega & Huamán, 2020). La percepción del servicio se relaciona tanto con aspectos técnicos como la continuidad, presión y calidad del agua, como con elementos subjetivos que reflejan las experiencias y expectativas de los usuarios (OMS, 2022).

En sistemas rurales, los indicadores de satisfacción permiten identificar debilidades en la prestación del servicio y orientar intervenciones para mejorar su funcionamiento. La literatura señala que los usuarios tienden a evaluar el servicio no solo en función de su operatividad, sino también en correspondencia con la confianza en la calidad del agua, la frecuencia de cortes, el trato institucional y la accesibilidad a mecanismos de atención. Por ello, el análisis de estos indicadores constituye una herramienta clave para fortalecer la gestión local, promover la participación y garantizar que el sistema responda a las necesidades reales de la comunidad (MVCS, 2021).

A continuación, se evidencian los principales indicadores utilizados para evaluar la satisfacción y percepción del servicio en comunidades rurales:

Tabla 3

Indicadores de satisfacción y percepción del servicio.

Dimensión	Indicadores	Descripción
Satisfacción con el servicio	Nivel de satisfacción general	Evalúa la valoración global del usuario respecto al servicio recibido.
	Satisfacción con continuidad	Mide la percepción sobre la frecuencia de cortes y disponibilidad diaria del agua.
	Satisfacción con la presión del agua	Determina si la presión es adecuada para las actividades domésticas.
	Satisfacción con la atención de la JASS	Valora la capacidad de respuesta y comunicación de los operadores o dirigentes.
Percepción de la calidad del agua	Percepción del color	Evalúa si el agua presenta coloración inusual o turbidez visible.
	Percepción del olor	Determina si el agua presenta olores que generen desconfianza o rechazo.
	Percepción del sabor	Identifica sabores anómalos que afecten el consumo directo.
Confianza en el servicio	Confianza en la potabilidad del agua	Refleja si los usuarios consideran el agua segura para consumo.
	Necesidad de tratar el agua en casa	Indica si los usuarios sienten que deben hervir o clorar el agua antes de consumirla.
Accesibilidad y continuidad	Horas diarias de abastecimiento	Permite conocer el tiempo efectivo de disponibilidad del recurso.
	Frecuencia de interrupciones	Identifica cuántas veces por semana o mes se corta el servicio.
Experiencia del usuario	Atención de reclamos	Percepción sobre la rapidez y efectividad al resolver problemas.
	Participación comunitaria	Nivel de involucramiento en reuniones, faenas o decisiones del sistema.

Nota. Esta tabla fue extraída de la gestión comunitaria del agua y percepción social del servicio en comunidades rurales altoandinas, citado por Vega y Huamán (2020).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Sistema de abastecimiento de agua potable

Se define como el conjunto de infraestructuras, procesos y operaciones destinadas a captar, transportar, almacenar y distribuir agua apta para consumo humano, garantizando su disponibilidad tanto en cantidad como en calidad adecuadas. Este sistema se estructura en cuatro componentes principales: captación, conducción, almacenamiento y distribución, los cuales deben funcionar de manera integrada para asegurar un servicio continuo y seguro. En comunidades rurales, estos sistemas pueden operar por gravedad o con bomba, según cómo sea el terreno y dónde quede la fuente de agua (Ordoñez, 2011).

2.3.2. Calidad sanitaria del agua

Alude a las propiedades físicas, químicas y microbiológicas que indican si el recurso resulta adecuado para el consumo humano sin implicar riesgos para la salud. De acuerdo con el Ministerio de Salud del Perú, el agua que se toma debe cumplir ciertos requisitos fijados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, entre ellos pH, turbidez, cloro residual, metales pesados y ausencia de microorganismos patógenos, especialmente coliformes y *Escherichia coli* (MINSA, 2011).

2.3.3. Parámetros físicos del agua

Comprenden características perceptibles como pH, color, olor, turbidez y conductividad eléctrica. Estos indicadores permiten evaluar la apariencia y condiciones estructurales del agua, así como la presencia de partículas, sedimentos o sustancias disueltas. La turbidez elevada puede dificultar la desinfección, mientras que un pH fuera del margen permitido puede alterar el sabor del agua y generar corrosión en las tuberías (ANA, 2020).

2.3.4. Parámetros químicos del agua

Los parámetros químicos incluyen sustancias disueltas como cloro residual, nitratos, hierro, plomo, arsénico, cadmio, mercurio y otros elementos que pueden ser tóxicos si superan los límites permisibles. En sistemas rurales, la vigilancia del cloro residual es crucial, pues garantiza que la desinfección sea efectiva y que exista protección microbiológica durante la distribución del agua. Los contaminantes químicos pueden provenir de actividades agrícolas, mineras o infiltraciones en el suelo, lo que subraya la necesidad de un seguimiento permanente (García & Ñique, 2019).

2.3.5. Parámetros microbiológicos del agua

Representan uno de los elementos más sensibles de la calidad sanitaria del agua, pues permiten estimar la presencia de microorganismos nocivos. Entre los indicadores de mayor empleo se encuentran los coliformes totales, coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*, cuya detección señala contaminación fecal reciente y un alto riesgo sanitario (OMS, 2022). El Ministerio de Salud señala que el agua que se va a tomar debe encontrarse totalmente libre de estos microorganismos, por lo que su evaluación es obligatoria en sistemas rurales (MINSA, 2011).

2.3.6. Satisfacción del usuario

Se entiende como la valoración general que los usuarios tienen sobre la calidad del servicio de agua potable que reciben. Esta valoración depende de factores como la continuidad del suministro, la presión del agua y la calidad percibida, la atención de la JASS y la confianza en la potabilidad del recurso. La satisfacción es fundamental para la sostenibilidad del sistema, ya que influye en



el pago de tarifas, la participación comunitaria y la aceptación de las intervenciones técnicas (Vega & Huamán, 2020).

2.3.7. Percepción de la calidad del servicio

La percepción del servicio hace referencia a la interpretación subjetiva que tienen los usuarios sobre aspectos técnicos y operativos del sistema, tales como el color, olor y sabor del agua, el número de horas de provisión y la confiabilidad del sistema. Esta percepción influye directamente en las prácticas de consumo, ya sea hervir el agua, almacenarla en determinados recipientes o buscar fuentes alternativas para beber (MVCS, 2021).

2.3.8. Prácticas de uso y almacenamiento del agua

Las prácticas de uso del agua incluyen las acciones diarias que realizan los usuarios para consumirla, almacenarla, transportarla o tratarla en el hogar. Estas prácticas pueden influir en la contaminación secundaria del recurso, especialmente cuando se utilizan recipientes sin tapa, se almacena el agua por tiempos prolongados o se realiza un manejo inadecuado (UNICEF, 2021).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación adoptado en este estudio es no experimental, transversal y descriptivo, debido a que no se manipulan deliberadamente las variables de estudio, sino que se examinan y analizan tal como aparecen en la realidad de la comunidad de Quinta Callacallani. Este diseño permite describir cómo está hoy el sistema de suministro de agua potable en sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución, así como evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua y caracterizar las percepciones y prácticas de los usuarios en un momento específico. El diseño transversal resulta pertinente, ya que la recolección de datos se efectuará en un solo periodo temporal, lo que permitirá obtener un diagnóstico actualizado del estado del servicio de agua potable y su calidad sanitaria en la población evaluada.

3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptiva, puesto que el propósito central es detallar, analizar y documentar las características y condiciones reales del sistema de abastecimiento de agua potable y de la calidad sanitaria del agua destinada al consumo humano en Quinta Callacallani. Este tipo de estudio

permite describir la estructura física del sistema, su operación, el cumplimiento de la normativa sanitaria vigente y los parámetros de calidad del agua sin manipular las variables. Además, la investigación es evaluativa, dado que se examina el grado de funcionamiento del sistema de abastecimiento, su eficiencia y la observancia o no de los estándares fijados por las normas nacionales como el D.S. 031-2010-SA y el D.S. 004-2017-MINAM. Asimismo, el componente sobre satisfacción de los usuarios permite evaluar percepciones y prácticas asociadas al uso del recurso hídrico (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014).

3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo y diagnóstico, porque busca caracterizar las condiciones físicas, operativas y sanitarias del sistema de abastecimiento de agua potable y determinar el nivel real de calidad del agua consumida por la comunidad. Este nivel permite identificar deficiencias, riesgos sanitarios, brechas operativas y patrones de consumo y percepción de los usuarios. Asimismo, el estudio alcanza un nivel analítico, ya que no solo se describen los resultados, sino que se contrastan con los criterios fijados por la normativa peruana vigente, permitiendo emitir juicios técnicos sobre el estado de potabilidad del agua. A través de este nivel, se determinan con precisión las condiciones actuales del servicio y los factores críticos que afectan la calidad sanitaria del agua en Quinta Callacallani.

3.4. ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de investigación es cuantitativo, dado que se centra en la recolección de datos medibles provenientes de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua, inspecciones técnicas del sistema de abastecimiento y aplicación de encuestas estructuradas a los usuarios del servicio. El enfoque

cuantitativo permite obtener resultados objetivos, comparables y verificables, alineados a los parámetros establecidos por la normativa sanitaria nacional. Además, se emplean instrumentos estandarizados de medición, análisis estadístico descriptivo y comparación de valores obtenidos con los límites máximos permisibles, lo que garantiza rigurosidad técnica y validez científica en la interpretación de los datos. El uso de este enfoque fortalece el diagnóstico, la evaluación sanitaria y la caracterización del qué tan contentos están los usuarios con el servicio de agua potable.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

La población de estudio estuvo conformada por la totalidad del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, situada en el distrito de Huancané, región Puno. Esta población incluye todos los componentes que integran el sistema hidráulico y sanitario: la captación, la línea de conducción, el reservorio de almacenamiento, las válvulas de purga y aire, y la red de distribución domiciliaria, así como el conjunto total de usuarios que consumen el agua distribuida en la comunidad. Adicionalmente, la población se compone de todas las unidades de agua que circulan a lo largo de la infraestructura del sistema y que representan el universo sobre el que se realiza la evaluación de la calidad sanitaria y el diagnóstico del funcionamiento del sistema de abastecimiento en el 2025.

3.5.2. Muestra

La muestra estuvo conformada por seis (06) muestras de agua potable recolectadas estratégicamente a lo largo del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani el día 30 de octubre de 2025, con el objetivo de evaluar tanto

la calidad sanitaria como el estado operativo del sistema. Los puntos de muestreo fueron: P-01, P-02, P-03 (Captación 1,2 y 3), P-04 (Reservorio), P-05 (Válvula de purga), P-06 (Vivienda inicial), P-07 (Vivienda intermedia) y P-08 (Vivienda final). Siguiendo el protocolo técnico utilizado por laboratorios ambientales como LAQUAMEQ E.I.R.L., se recolectaron aproximadamente 1000 mL por punto para el análisis fisicoquímico y 500 mL por punto para el análisis microbiológico, totalizando 1.5 litros por punto. En consecuencia, el volumen total de agua recolectada para la investigación fue de 12 litros (8 puntos $\times$ 1.5 L), lo cual garantizó la representatividad de la muestra y permitió evaluar la variabilidad de cómo está el agua desde la captación hasta el consumo final en las viviendas de los usuarios.

3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales, equipos e insumos empleados en la presente investigación fueron los siguientes:

a. Materiales

- Botellas esterilizadas de 500 mL.
- Botellas de 1000 mL de vidrio.
- Frascos ámbar.
- Cinta métrica.
- Bolsas y film protector.
- Cooler con hielo gel.
- Etiquetas adhesivas.
- Marcadores permanentes.
- Cuaderno de campo.
- Guantes de nitrilo y mascarillas.



- Vasos plásticos auxiliares para enjuague previo.
- Tubos de ensayo estandarizados.
- Celdas para espectrofotómetro.
- Probetas de 25, 50 y 100 mL.
- Pipetas graduadas y micropipetas automáticas.
- Matraces aforados de precisión.
- Vasos de precipitación de 50–500 mL.
- Papel filtro y filtros de membrana.
- Placas y tubos con medios de cultivo.
- Tubos Durham para análisis NMP.

b. Equipos

- Termómetro digital.
- pH–metro portátil.
- Conductímetro portátil.
- Turbidímetro.
- Equipo para medición de cloro residual (DPD colorimétrico)
- GPS para georreferenciar cada punto de muestreo.
- Cámara fotográfica.
- Incubadora bacteriológica.
- Estufa de cultivo para medios de crecimiento.
- Espectrofotómetro UV–Vis.
- Autoclave.
- Balanza analítica.
- Agitador magnético.
- Refrigeradora para conservación temporal de muestras.

c. Insumos

- Soluciones buffer pH 4, 7 y 10 para calibración del pH-metro.
- Soluciones patrón de conductividad (84 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Estándares de turbidez (formazina 0, 20, 40, 100 y 400 NTU).
- Caldos Lauryl, Verde Brillante y EC para coliformes totales y termotolerantes (SM 9221 B).
- Alcohol al 70 % para desinfección.
- Agua destilada y desionizada para lavado y preparación de reactivos.
- Medios de cultivo para NMP/100 mL según método estándar.

3.7. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Según Hernández, Fernández & Batista (2014) la recolección de información se sustentó en la realización de un conjunto organizado de procedimientos destinados a obtener información válida y confiable para responder a los objetivos de la investigación.

3.7.1. Técnicas

En esta investigación, para la recopilación de información se recurrió a las siguientes técnicas.:

- **Observación directa:** Se utilizó la observación directa para registrar el estado físico y operativo de los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable (captación 1, 2 y 3, línea de conducción, reservorio, válvulas de purga y red de distribución). Esta técnica permitió identificar deficiencias estructurales, condiciones de protección sanitaria y continuidad del servicio durante la inspección en campo.
- **Muestreo de agua:** Se aplicó la técnica de muestreo para obtener las seis (06) muestras representativas de la red de suministro, tomadas en los puntos

de captación, reservorio, válvula de purga, casa inicial, casa intermedia y casa final. El muestreo se realizó siguiendo protocolos de conservación, preservación y transporte establecidos por normas técnicas ambientales y por el laboratorio acreditado, garantizando la trazabilidad de las muestras hasta su análisis.

- **Análisis fisicoquímico y microbiológico instrumental:** Se empleó la técnica instrumental para determinar en laboratorio los parámetros de temperatura (SM 2250 B), potencial de hidrógeno – pH (SM 4500-H), conductividad eléctrica (SM 2510 B), turbidez (SM 2130 Método nefelométrico) y coliformes termotolerantes (SM 9221 B). Esta técnica permitió obtener datos cuantitativos precisos para evaluar el cumplimiento según normativas.
- **Revisión documental:** Se aplicó esta técnica para recopilar información sobre el funcionamiento de la Junta Administradora del Servicio de Saneamiento, registros de operación, datas de mantenimiento y normativas relacionadas con la calidad de agua potable y protección sanitaria del sistema.
- **Encuesta estructurada:** Se utilizó la encuesta para recopilar información sobre el nivel de satisfacción, prácticas de consumo, almacenamiento y percepción de calidad del agua entre quienes usan el sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani. Esta técnica permitió complementar el análisis técnico con la perspectiva social.

3.7.2. Instrumentos

En correspondencia con las técnicas aplicadas, los instrumentos de recolección de datos fueron los siguientes:

- **Formatos de muestreo de agua potable:** Instrumento empleado en la técnica de muestreo, donde se consignaron el código del punto (P-01 a P-08), fecha y hora de recolección, volumen de agua extraído, condiciones de conservación y características del sitio.
- **Hoja de resultados de laboratorio:** Instrumento vinculado a la técnica de análisis fisicoquímico y microbiológico, donde el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L. registró los valores de temperatura, pH, conductividad, turbidez y coliformes termotolerantes, de acuerdo a métodos SM.
- **Cuestionario de encuesta:** Instrumento utilizado para la recolección de información sobre satisfacción, percepción del servicio, continuidad del abastecimiento y prácticas de uso del agua por parte de los usuarios.
- **Registro fotográfico digital:** Instrumento empleado para registrar evidencias visuales del sistema de abastecimiento, condiciones de infraestructura y puntos de muestreo mediante cámara o dispositivo móvil, con el fin de complementar el análisis descriptivo.

3.8. LUGAR DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en la comunidad campesina de Quinta Callacallani, ubicada en el distrito de Huancané, provincia de Huancané, región Puno, Perú. Esta comunidad se caracteriza por contar con un sistema rural del servicio de abastecimiento de agua potable administrado por la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento, que surte a las viviendas a través de un sistema formado por la toma de agua, la tubería que la conduce, el depósito y la red que la reparte. La localidad tiene un clima frío altoandino, con temperaturas que varían entre 4 °C y 15 °C, y se sitúa a una altitud aproximada

de 3 830 m s. n. m., condiciones que influyen directamente en la disponibilidad, manejo y calidad del recurso hídrico.

El área de estudio cubrió todo el sistema desde que se capta el agua hasta las últimas casas, incluyendo los seis puntos de muestreo establecidos en la investigación: P-01, P-02 y P-03 (captación 1, 2 y 3), P-04 (reservorio), P-05 (válvula de purga), P-06 (vivienda inicial), P-07 (vivienda intermedia) y P-08 (vivienda final).

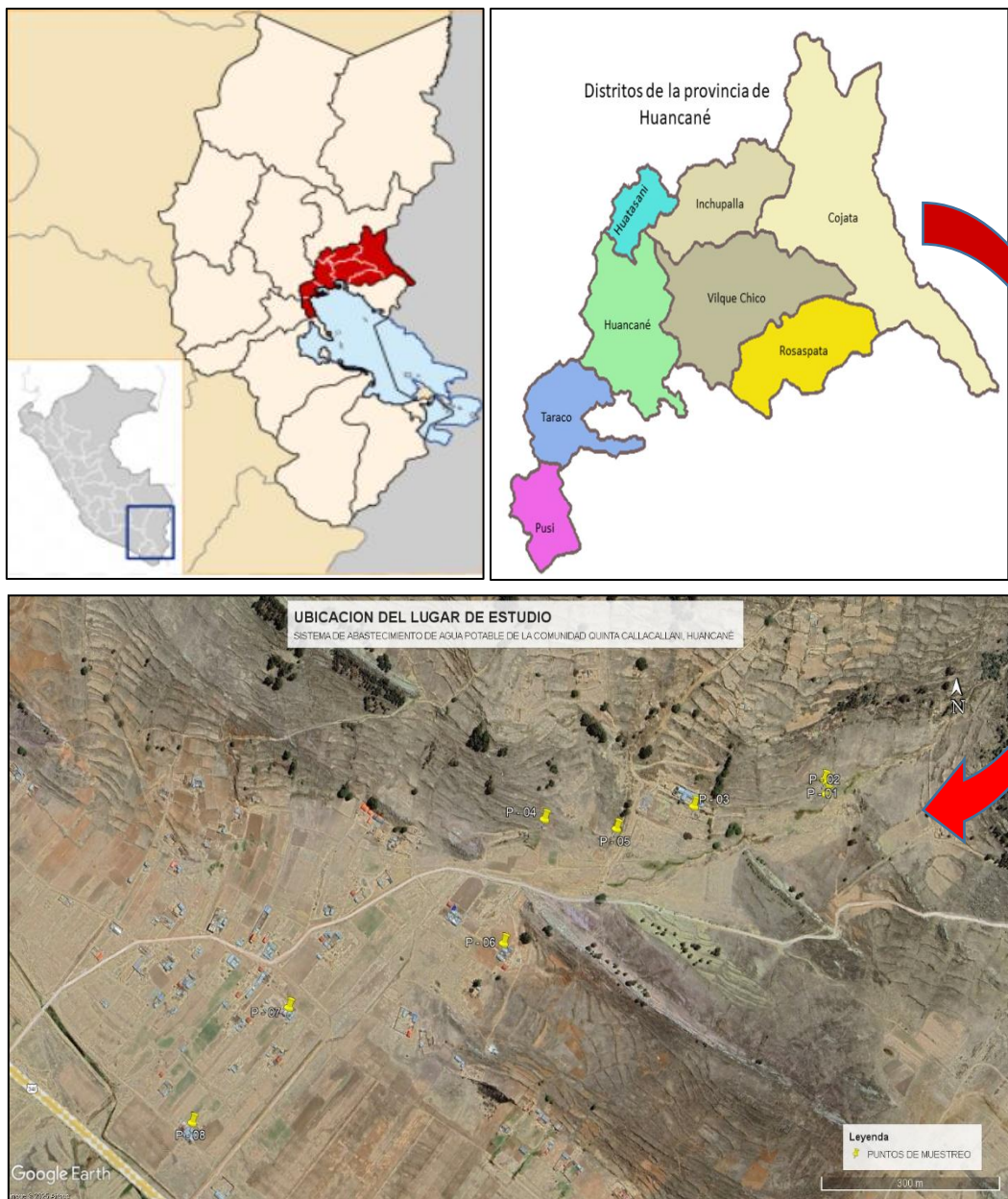
Tabla 4

Ubicación georreferenciada de los puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de agua potable.

Código	Ubicación muestreo	del Dist. /Prov./ Depart.	Ubicación	
			Este	Norte
P - 01	Captación 1	Huancané/Huancané/Puno	420224	8319133
P - 02	Captación 2	Huancané/Huancané/Puno	420228	8319113
P - 03	Captación 3	Huancané/Huancané/Puno	420020	8319096
P - 04	Reservorio	Huancané/Huancané/Puno	419780	8319077
P - 05	Válvula de purga	Huancané/Huancané/Puno	419897	8319063
P - 06	Vivienda inicial	Huancané/Huancané/Puno	419714	8318890
P - 07	Vivienda intermedia	Huancané/Huancané/Puno	419358	8318790
P - 08	Vivienda final	Huancané/Huancané/Puno	419198	8318613

Figura 2

Ubicación geográfica del área de estudio y distribución de los puntos de muestreo en la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.



Nota. Google Earth.

3.9. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

3.9.1. Procedimiento para el objetivo específico 1: Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución

Para cumplir este objetivo, se siguió una secuencia de actividades de gabinete y de campo que permitió identificar, registrar y evaluar el estado físico, sanitario y operativo de cada componente del sistema de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani.

a. Reconocimiento y delimitación del sistema

- Se identificó la comunidad beneficiaria (Quinta Callacallani) y el número de viviendas atendidas por el sistema (27 viviendas).
- Se identificaron los elementos del sistema: tres puntos de captación, la línea de conducción, el reservorio de almacenamiento y la red de distribución..
- Se recopiló información previa (croquis y documentos de la JASS) cuando estuvo disponible.

b. Diseño y adaptación del checklist de evaluación

Se revisaron la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019), el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018) y la Norma OS.090 – Instalaciones Sanitarias del RNE.

Con base en estos documentos, se elaboró y adaptó un checklist con criterios específicos para cada componente: captación, conducción, almacenamiento, distribución y gestión operativa.



Figura 3

Modelo del Checklist de verificación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
Checklist de verificación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable		
Datos generales: Fecha de aplicación: Lugar: Comunidad de Quinta Callecalle – Distrito y Provincia de Huancani.		
Componentes evaluados: ☐ Captación ☐ Conducción ☐ Almacenamiento (Reservorio) ☐ Distribución ☐ Gestión operativa (AJSS)		
Técnica empleada: Observación directa en campo. Instrumento: Checklist técnico de verificación.		
Responsable de aplicación:		
Componente	Criterio de evaluación	Observaciones / Evidencia
I. CAPTACIÓN		
1. La captación cuenta con sello sanitario y tapa hermética.		
2. Existe cerco perimétrico que impide el ingreso de animales o personas ajenas.		
3. Se observa protección del área de recarga (sin contaminación cercana ni pastoreo).		
4. El material de la estructura (concreto, piedra, HDPE) está en buen estado y sin filtraciones.		
5. Existe canal o drenaje de corrosión que evita ingreso de aguas superficiales.		
6. Se realiza limpieza y mantenimiento periódico del punto de captación.		
II. CONDUCCIÓN		
7. La línea de conducción está señalizada y libre de roturas o fugas visibles.		
8. La tubería utilizada es adecuada al terreno y presión de trabajo (PVC, PEAD, etc.).		
9. Existen válvulas de purga y aireación en los puntos altos y bajos del sistema.		
10. Se dispone de soporte o anclajes en zonas con pendiente pronunciada.		
11. No existen conexiones clandestinas en la línea de conducción.		
III. ALMACENAMIENTO (RESERVORIO)		
12. El reservorio presenta buena condición estructural (sin fisuras ni filtraciones).		
13. Posee tapa sanitaria y ventilación protegida con malla.		
14. El reboco y drenaje funcionan correctamente.		
15. Se cuenta con válvula de entrada, salida y limpieza en buen estado.		
16. Existe registro de limpieza y desinfección periódica (mínimo 2 veces/año).		
IV. DISTRIBUCIÓN		
17. Las redes de distribución no presentan fugas visibles ni pérdidas de presión.		
18. El material de la red es compatible con agua potable (PVC, PEAD).		
19. Existe válvula de control o sectorización para mantenimiento.		
20. Las conexiones domiciliarias están formalmente instaladas y operativas.		
21. Se garantiza continuidad del servicio (horas de abastecimiento diarias).		
22. Los usuarios disponen de presión adecuada según ubicación (≥ 10 m.c.a. según OS.00).		
V. GESTIÓN OPERATIVA (complementaria)		
23. Existe una AJSS o comité de agua formalmente constituido y activo.		
24. Se lleva registro de mantenimiento y reparaciones.		
25. Se dispone de tarifas o cuotas mensuales para sostenibilidad del servicio.		

Nota: El presente checklist se elaboró conforme a la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVC, 2018), el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVC, 2018) y la Norma CS-000 – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. Cada ítem fue evaluado de manera visual y funcional según el grado de cumplimiento observado en campo, aplicando los siguientes criterios: "Sí cumple", cuando el componente o condición cumple completamente con los criterios técnicos y operativos establecidos y se encuentra en buen estado de funcionamiento; "Cumple parcialmente", cuando el componente cumple de manera parcial o presenta deficiencias menores que no afectan significativamente al sistema, aunque requieren mantenimiento preventivo; y "No cumple", cuando el componente no cumple con las condiciones mínimas requeridas o presenta deficiencias graves que comprometen la funcionalidad del sistema.

A cada ítem se le asignaron categorías de evaluación: “Sí cumple”, “Cumple parcialmente” y “No cumple”.

c. Inspección técnica en campo

Se realizó una visita técnica integral al sistema, siguiendo la secuencia hidráulica desde las captaciones hasta las conexiones domiciliarias.

Figura 4

Verificación de las captaciones del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.



Se verificó las condiciones estructurales y sanitarias de las Captaciones, registrando coordenadas y situación actual de la captación como parte del checklist técnico.

Figura 5

Inspección del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.



Se evaluó el estado del reservorio, verificando la integridad estructural, estado de la tapa sanitaria y presencia de malla de ventilación, registrando cada criterio de evaluación.

Figura 6

Verificación domiciliaria del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.



Se aplicó la sección de verificación de conexiones domiciliarias, consultando a la usuaria sobre presión, continuidad y calidad del agua que recibe en su vivienda.

- En cada componente se observaron las condiciones estructurales (fisuras, filtraciones, materiales), sanitarias (protección, cercos, ventilación) y operativas (funcionamiento de válvulas, rebose, drenaje, continuidad del servicio).
- Se registraron las evidencias observadas en el checklist, marcando el nivel de cumplimiento correspondiente y anotando comentarios técnicos.

d. Georreferenciación y registro gráfico

- Se georreferenciaron las captaciones, el reservorio, la válvula de purga y las viviendas de muestreo mediante GPS, obteniendo coordenadas UTM de cada punto (ver tabla 4).

Figura 7

Georreferenciación de las captaciones del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani.



Las imágenes muestran la georreferenciación realizada en campo a las tres captaciones que conforman la fuente del sistema de agua para beber de la comunidad de Quinta Callacallani. En cada punto se verificó su ubicación mediante GPS, se registró altitud y condiciones estructurales, y se documentó el volumen aproximado de almacenamiento (19 L). Estas captaciones representan la etapa inicial del sistema y su correcta identificación permitió estructurar el diagnóstico técnico del sistema de abastecimiento.

- Se elaboraron croquis y esquemas del sistema de abastecimiento, indicando la ubicación y conexiones entre los componentes.
- Se tomó registro fotográfico de las estructuras evaluadas para respaldar visualmente el diagnóstico.

e. Sistematización de la información

- Se trasladó la información del checklist a tablas de resultados organizadas por componente (captación, conducción, almacenamiento, distribución y gestión operativa).

- Se clasificaron los ítems según su nivel de cumplimiento y se identificaron los principales puntos críticos del sistema.
- Se resumieron las observaciones más relevantes para cada criterio evaluado.

f. Análisis e interpretación del diagnóstico

- Se analizaron los resultados por componente, identificando fortalezas, deficiencias estructurales y riesgos sanitarios.
- Se compararon las condiciones observadas con los criterios técnicos establecidos en la normativa revisada.
- A partir de este análisis, se elaboró una interpretación global del estado del sistema, señalando los aspectos que requieren mantenimiento, rehabilitación o mejora.

3.9.2. Procedimiento para el objetivo específico 2: Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente

Primero se identificaron ocho puntos a lo largo del sistema de abastecimiento: Captación 1 (P-01), Captación 2 (P-02), Captación 3 (P-03), Reservorio (P-04), válvula de purga en conducción (P-05), vivienda inicial (P-06), vivienda intermedia (P-07) y vivienda final (P-08).

a. Programación de la campaña de muestreo

Se planificó una campaña única de muestreo para época representativa, fijando como fecha el 30 de octubre de 2025 y coordinando previamente con la JASS y el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L. para el suministro de frascos esterilizados y fichas de cadena de custodia.

b. Toma de muestras de agua

En cada sitio se tomaron muestras de agua potable de acuerdo con el protocolo de muestreo para consumo humano: se purgaron las líneas, se evitó el contacto de las manos con las bocas de los envases y se llenaron frascos estériles para análisis microbiológicos y botellas limpias para parámetros físicos y químicos. Se registraron hora, coordenadas y observaciones de campo en una ficha de muestreo.

Figura 8

Toma de muestra en Captación 1 – Quinta Callacallani.



En este punto se realizó la recolección de la muestra, verificando previamente la limpieza del brocal y retirando sedimentos superficiales. Se abrió la tapa hermética y se llenó el frasco estéril sin generar turbulencia, registrando hora, temperatura ambiente y observaciones de campo en la ficha correspondiente.

Figura 9

Toma de muestras en el reservorio antes del transporte.



Se recolectaron las muestras del agua potable del reservorio del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.

Figura 10

Toma de muestra en punto de distribución – Vivienda inicial.



La muestra se obtuvo tras purgar el caño durante aproximadamente 2 minutos para eliminar agua estancada.

Se desinfectó la salida del grifo, se evitó el contacto con el interior del frasco estéril y se llenó directamente desde el flujo continuo. Se consignaron hora, coordenadas y condiciones del punto.

Figura 11

Toma de muestra en punto de distribución – Vivienda intermedia.



En este punto se aplicó el mismo procedimiento de purga y recolección, asegurando que el recipiente no entrara en contacto con superficies externas. Se anotaron las características del caudal, coloración visible y temperatura en campo, tal como exige el protocolo de agua apta para el uso humano.

c. Preservación y transporte al laboratorio

Las muestras microbiológicas se conservaron en refrigeración (aprox. 4 °C) dentro de un cooler, mientras que las muestras para análisis fisicoquímicos se mantuvieron protegidas de la luz solar.

Todas las muestras fueron transportadas el mismo día al laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L., adjuntando la respectiva cadena de custodia.

Figura 12

Conservación de muestras en campo – Almacenamiento en cooler.



d. Análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológico

En el laboratorio se determinaron temperatura, pH, conductividad eléctrica y turbidez empleando métodos estandarizados:

Tabla 5

Método de ensayo en el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L.

N°	Parámetro	Unidad	Método
1	Temperatura	°C	SM – 2250 B Método de laboratorio de campo
2	Potencial de hidrogeno	Unid de pH	SM 4500 - H
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	SM 2510 B Método de laboratorio
4	Turbidez	NTU	SM - 2130 Método nefelométrico
5	Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación

e. Sistematización de la información

Los datos de los ocho puntos se organizaron en una matriz en Excel, diferenciando cada parámetro, unidad y código de muestreo (P-01 a P-08). Con

esta base se elaboraron tablas de resultados y gráficos comparativos para cada parámetro evaluado.

f. Comparación con la normativa sanitaria

Las concentraciones obtenidas se compararon con los LMP fijados en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – DS N.º 031-2010-SA, verificando el cumplimiento de pH (6.5–8.5), conductividad eléctrica (≤ 1500 $\mu\text{S/cm}$), turbidez (≤ 5 NTU) y colis termotolerantes (≤ 1.8 NMP/100 mL). Se identificó que ningún valor superó los límites normativos.

g. Cálculo de la calidad del agua del sistema de abastecimiento

Una vez obtenidos los hallazgos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los ocho puntos de muestreo (P-01 a P-08), se procedió a estimar la calidad del agua mediante el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), siguiendo la metodología propuesta por el Consejo Canadiense de ministros del Medio Ambiente y adoptada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2020).

1. Selección de parámetros considerados en el índice

En primer lugar, se identificaron los parámetros que contaban con Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua de consumo humano según DIGESA:

- pH
- Conductividad eléctrica
- Turbidez
- Coliformes termotolerantes

La temperatura no se incluyó en el cálculo del índice por no disponer de un valor normativo específico; por tanto, el ICARHS se calculó únicamente con los cuatro parámetros mencionados.

2. Comparación de resultados con los LMP

En segundo lugar, se compararon las concentraciones obtenidas en cada punto de muestreo con los LMP establecidos. Para ello, se realizó un contraste donde se consignaron los valores de pH, conductividad eléctrica, turbidez y coliformes termotolerantes para los puntos P-01 a P-08 y, en la última columna, el valor de referencia de la norma.

En esta etapa se verificó si cada dato cumplía o no cumplía la normativa, registrando las posibles excedencias. En cada uno de los casos, las cifras quedaron dentro de los rangos fijados, por lo que no se identificaron parámetros fuera de norma.

3. Cálculo del factor de alcance (F1)

Posteriormente se calculó el factor de alcance (F1), que representa la proporción de parámetros que no cumplieron la norma respecto al total de parámetros evaluados. Se aplicó la ecuación:

$$F1 = \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen la norma}}{\text{Número total de parámetros evaluados}} * 100$$

Dado que se evaluaron 4 parámetros (pH, conductividad, turbidez y coliformes termotolerantes) y ninguno excedió el LMP, el numerador fue igual a cero.

4. Cálculo del factor de frecuencia (F2)

A continuación, se determinó el factor de frecuencia (F2), que expresa la proporción de todos los datos individuales que no cumplieron la norma respecto al total de datos evaluados. Se utilizó la expresión:

$$F1 = \frac{\text{Número de datos que no cumplen la norma}}{\text{Número total de datos evaluados}} * 100$$

Para este estudio, el número total de datos correspondió a 32 observaciones (4 parámetros × 8 puntos de muestreo). Puesto que ninguna observación se encontró fuera de los límites normativos, el número de datos incumplidos fue cero.

5. Cálculo de la Suma Normalizada de Excedentes (SNE) y del factor de amplitud (F3)

En quinto lugar, se evaluó la amplitud de los incumplimientos (F3). Para ello, primero se calculó la Suma Normalizada de Excedentes (SNE). Cada vez que un dato excedía la norma, se obtenía su excedente mediante las ecuaciones indicadas por la ANA, diferenciando si el valor medido estaba por encima o por debajo del rango permitido. Luego, la SNE se calculaba como:

$$SNE = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excede}_i}{\text{Total de datos}}$$

En el presente caso, no se registró ningún excedente, debido a que todos los datos cumplieron la normativa. En consecuencia, la suma de excedentes fue igual a cero y la SNE también resultó igual a cero.

6. Obtención del valor del índice ICARHS

Finalmente, se integraron los tres factores (F1, F2 y F3) para obtener el ICA de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS), utilizando la ecuación:

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

5. Clasificación de la calidad del agua

Para la clasificación de la calidad del agua se utilizó la siguiente tabla:

Tabla 6

Interpretación de la calificación del ICARHS.

ICARHS	Calificación	Interpretación
90 – 100	Excelente	No existe amenaza ni degradación de la calidad del agua protegida. El estado del recurso hídrico se acerca a valores óptimos o característicos..
75 – 89	Bueno	Las características del agua se desvían ligeramente de la calidad típica, aunque siguen siendo aceptables. Puede haber situaciones en las que se prefiera un estado menos comprometido.
45 – 74	Regular	Se dan situaciones donde la pureza del agua muestra signos de alteración, comprometiendo parcialmente su carácter esencial. Puede requerir atención preventiva.
30 – 44	Malo	La calidad del agua se encuentra degradada con frecuencia y no satisface los estándares de calidad requeridos. Es necesario un tratamiento para muchos usos.
0 – 29	Pésimo	El agua presenta una condición altamente comprometida o deteriorada, sin cumplir los objetivos de calidad para usos básicos. Requiere pretratamiento o tratamiento para su uso.

Nota. La tabla fue obtenida de la Autoridad Nacional del Agua (2020).

3.9.3. Procedimiento para el objetivo específico 3: Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani

Con el fin de evaluar el índice de contento y las costumbres de los usuarios con el agua de la comunidad de Quinta Callacallani, se aplicó una encuesta



domiciliaria estructurada a las 27 viviendas abastecidas por el sistema de agua potable. El levantamiento de información se realizó el 29 de octubre del 2025, coordinado con la JASS y las autoridades comunales.

a. Diseño del instrumento de encuesta

Primero se elaboró un cuestionario estructurado dividido en cuatro secciones:

- Sección A: Nivel de satisfacción con el servicio (frecuencia, continuidad, calidad del agua, atención de la JASS).
- Sección B: Prácticas de uso y conservación del agua.
- Sección C: Aspectos económicos y de gestión del servicio.
- Sección D: Opinión general del usuario (preguntas abiertas).

Luego, el cuestionario se sometió a revisión de especialistas en ingeniería sanitaria y gestión de servicios rurales de agua, quienes evaluaron la claridad, pertinencia y coherencia de cada ítem respecto al objetivo 3. Con sus observaciones se ajustaron redacción, orden de preguntas y opciones de respuesta.

Figura 13

Cuestionario de encuesta para analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
Cuestionario de encuesta aplicado a los usuarios del sistema de agua potable	
Datos generales del encuestado: Fecha: _____ Nombre del encuestado: _____ Dirección / Sector: _____ N.º de integrantes en la vivienda: _____ Años de residencia en la comunidad: _____ ¿Cuenta con conexión domiciliar de agua potable? ☐ SI ☐ No Responsable de la aplicación: _____	
Instrucciones: El presente cuestionario tiene por finalidad recopilar información sobre la percepción y hábitos de los usuarios respecto al servicio de agua potable. Las respuestas son confidenciales y serán utilizadas únicamente con fines académicos. Marque con un aspa (X) la alternativa que considere adecuada o escriba su respuesta cuando se indique.	
SECCIÓN A. NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO:	
Nº	Pregunta
1	¿Con qué frecuencia recibe agua en su vivienda? ☐ Todos los días ☐ Algunos días ☐ Rara vez ☐ Nunca
2	¿Durante el abastecimiento, el agua llega con buena presión? ☐ SI, siempre ☐ A veces ☐ No
3	¿Está satisfecho con la continuidad del servicio (horas de agua al día)? ☐ Muy satisfecho ☐ Satisfecho ☐ Poco satisfecho ☐ Insatisfecho
4	¿Cómo califica la calidad del agua que recibe (color, olor, sabor)? ☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala
5	¿Confía en que el agua es apta para el consumo humano? ☐ SI ☐ No ☐ No sabe
SECCIÓN B. PRÁCTICAS DE USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA:	
Nº	Pregunta
6	¿Cierra el grifo mientras se cepila o lava utensilios? ☐ SI ☐ A veces ☐ No
7	¿Utiliza recipientes tapados para almacenar agua? ☐ SI ☐ A veces ☐ No
8	¿Lava el tanque o bide donde almacena agua? ☐ SI, frecuentemente ☐ A veces ☐ Nunca
9	¿Participa en campañas o faenas de limpieza del sistema de agua? ☐ SI ☐ No
10	¿Considera importante cuidar y no desperdiciar el agua? ☐ SI ☐ No
11	¿Reutiliza el agua (por ejemplo, para riego o limpieza)? ☐ SI ☐ No
12	¿Conoce el origen del agua que utiliza (manantial, reservorio, etc.)? ☐ SI ☐ No
SECCIÓN C. ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE GESTIÓN:	
Nº	Pregunta
13	¿Realiza el pago mensual por el servicio de agua potable? ☐ SI ☐ A veces ☐ No
14	¿Considera justa la tarifa actual que paga por el servicio? ☐ SI ☐ No ☐ No sabe
15	¿Conoce en qué se utiliza el dinero recaudado por las cuotas? ☐ SI ☐ No
SECCIÓN D. OPINIÓN GENERAL DEL USUARIO	
Nº	Pregunta
16	¿La JASS realiza reuniones o asambleas para informar sobre el sistema? ☐ SI, regularmente ☐ Ocasionalmente ☐ Nunca
17	¿Participa usted en dichas reuniones? ☐ SI ☐ A veces ☐ No

b. Coordinación con la JASS y selección de viviendas

Posteriormente se coordinó con la JASS y la directiva comunal el cronograma de aplicación, asegurando la presencia de los usuarios en sus viviendas. Dado que el sistema abastecía a 27 viviendas, se decidió encuestar la totalidad de ellas, evitando muestreo y trabajando con un censo de usuarios.

c. Aplicación de la encuesta domiciliaria

El 29 de octubre del 2025 se visitó vivienda por vivienda, se explicó el propósito del estudio y se solicitó el consentimiento verbal del entrevistado principal (generalmente el jefe de familia o responsable del uso del agua). La encuesta se aplicó mediante entrevista directa, registrando las respuestas en el formulario impreso y aclarando las dudas de los participantes.

Figura 14

Aplicación de la encuesta a los usuarios del sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani.



d. Cálculo de frecuencias y porcentajes

Con la base de datos consolidada, se calcularon para cada pregunta las frecuencias absolutas (número de usuarios por alternativa) y los porcentajes correspondientes sobre el total de 27 encuestados. Estos resultados se organizaron en tablas por sección (satisfacción, prácticas de uso, aspectos económicos y gestión).

$$\text{Porcentaje (\%)} = \left(\frac{\text{Frecuencia observada}}{\text{Total de encuestados}} \right) \times 100$$

e. Elaboración de tablas e interpretación de resultados

Finalmente, se elaboraron las tablas de resultados y se interpretaron los datos relacionando las respuestas con la continuidad del servicio, la percepción de calidad del agua, las prácticas de ahorro y el funcionamiento de la JASS. Esta interpretación permitió identificar tendencias (por ejemplo, porcentajes altos de usuarios satisfechos o preocupados por la presión del agua) y concluir sobre el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua en la comunidad.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución.

El diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani permitió evaluar integralmente el estado actual de sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución. La información obtenida se basó en inspección técnica en campo, verificación funcional de infraestructura y aplicación de un checklist estructurado según lineamientos del MVCS (2018) y MVCS (2019). Estos resultados evidenciaron las condiciones operativas, deficiencias predominantes y necesidades de mejora del sistema en su conjunto.

a. Tipo de sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani corresponde a un sistema por gravedad, debido a que el transporte del agua desde las tres captaciones hacia el reservorio y posteriormente hacia la red de distribución se realiza únicamente por diferencia de niveles, sin necesidad de equipos de bombeo. El sistema está conformado por tres



captaciones tipo ladera, ubicadas en cotas superiores a la zona poblada, desde donde el agua es conducida mediante líneas de aducción hasta un reservorio elevado, garantizando el flujo continuo por acción de la energía potencial disponible. Este tipo de sistema es característico de zonas rurales de altura y presenta ventajas en términos de simplicidad operacional, bajo costo energético y facilidad de mantenimiento.

b. Componentes del sistema de abastecimiento

b.1. Captación: Se identificaron tres captaciones de tipo ladera, las cuales conforman la fuente principal de abastecimiento para la comunidad de Quinta Callacallani. Cada captación está constituida por una estructura de concreto con tapa sanitaria, diseñada para recoger el agua que emerge de manera natural en la zona alta. Estas captaciones se encuentran ubicadas en cotas superiores respecto al centro poblado, permitiendo la conducción por gravedad hacia el reservorio principal.

Tabla 7

Evaluación del componente de captación del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.

I. CAPTACIÓN (03 captaciones)

Componente	Criterio de evaluación	Observaciones
Las captaciones cuentan con sello sanitario y tapa hermética.	Sí cumple	Las tres captaciones presentan tapa hermética metálica en buen estado, sin fisuras ni aperturas visibles. El cierre es seguro y evita el ingreso de objetos o agua superficial.
Existe cercado perimétrico que impide el ingreso de animales o personas ajenas.	No cumple	Ninguna captación cuenta con cerco perimétrico. Las estructuras permanecen expuestas en campo abierto, con presencia cercana de pastizales y riesgo de ingreso de animales (ovinos y vacunos).
Se observa protección del área de recarga (sin contaminación cercana ni pastoreo).	No cumple	En las tres captaciones se observó actividad de pastoreo alrededor, suelo removido y tránsito de animales a menos de 10 metros. Esto incrementa el riesgo de arrastre de heces, sedimentos y contaminación hacia la fuente.
El material de la estructura (concreto, piedra, HDPE) está en buen estado y sin filtraciones.	Cumple parcialmente	Las tres captaciones están construidas en concreto pintado. Presentan desgaste superficial y sectores con pequeñas fisuras; sin embargo, no se observaron filtraciones activas al momento de la inspección
Existe canal o drenaje de coronación que evita ingreso de aguas superficiales.	Cumple parcialmente	Solo una captación cuenta con drenaje lateral visible. Las otras dos carecen de canal de coronación definido, por lo que existe riesgo de infiltración de escorrentía superficial durante lluvias.
Se realiza limpieza y mantenimiento periódico del punto de captación.	Sí cumple	Según la JASS, la limpieza se realiza aproximadamente cada 6 meses. Las estructuras se encontraron con sedimentos mínimos y condiciones compatibles con mantenimiento reciente.

Nota. La tabla presenta la evaluación del estado sanitario y estructural de las tres captaciones del sistema de agua potable de Quinta Callacallani,

siguiendo los criterios establecidos por la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019) y el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018).

La tabla 7, muestra la evaluación del componente de captación, en donde se evidenció que, si bien las tres estructuras cuentan con tapa sanitaria hermética en buen estado, existen deficiencias importantes relacionadas con la protección del área y la seguridad sanitaria. La ausencia total de cercado perimétrico y la presencia constante de animales de pastoreo en el entorno inmediato constituyen los principales factores de riesgo, ya que favorecen la contaminación por heces, sedimentos y arrastre superficial hacia las cámaras de captación. Asimismo, aunque las estructuras de concreto no presentan filtraciones activas, se observaron fisuras y desgaste superficial que requieren mantenimiento preventivo. Solo una de las captaciones dispone de un drenaje adecuado, por lo que las demás presentan vulnerabilidad ante lluvias intensas. A pesar de estas limitaciones, la comunidad mantiene rutinas de limpieza semestral que contribuyen a conservar operativas las captaciones. Es decir que el componente de captación muestra un estado operativo, pero con vulnerabilidades sanitarias significativas que requieren acciones de mejora prioritaria.

b.2. Conducción: La evaluación del componente de conducción permitió analizar el estado físico, funcional y sanitario de la cañería que traslada el agua partiendo de las captaciones hacia el reservorio de almacenamiento. Para ello se realizó un recorrido completo de la línea de conducción, verificando su integridad estructural, la presencia de fugas, la calidad del

material empleado, la existencia de válvulas de control y la implementación de anclajes en zonas críticas. Los resultados se consolidan en la siguiente tabla.

Tabla 8

Evaluación de la conducción del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.

II. CONDUCCIÓN

Componente	Criterio de evaluación	Observaciones
La línea de conducción está señalizada y libre de roturas o fugas visibles.	Cumple parcialmente	La tubería no presenta fugas visibles; sin embargo, algunos tramos carecen de señalización y se observan sectores expuestos sin protección.
La tubería utilizada es adecuada al terreno y presión de trabajo (PVC, PEAD, etc.).	Sí cumple	Se verificó tubería PVC de clase adecuada, sin deformaciones ni pérdida de presión significativa.
Existen válvulas de purga y aireación en los puntos altos y bajos del sistema.	Cumple parcialmente	Existe una válvula de purga y una llave de paso, pero no se cuenta con válvulas en todos los puntos altos y bajos requeridos.
Se dispone de soporte o anclajes en zonas con pendiente pronunciada.	No cumple	En zonas de pendiente fuerte no se observaron anclajes ni apoyo estructural, lo que incrementa riesgo de desplazamiento o roturas por tensión.
No existen conexiones clandestinas en la línea de conducción.	Sí cumple	No se identificaron desvíos, derivaciones ni conexiones no autorizadas durante el recorrido.

Nota. La tabla presenta la evaluación del estado físico, funcional y sanitario del tramo de transporte del circuito de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, elaborada según la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019) y el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018).

La tabla 8, muestra la evaluación del componente de conducción, en donde, evidenció que, si bien la tubería instalada es adecuada para las condiciones del terreno y las presiones de operación, se identifican deficiencias relevantes que pueden comprometer la continuidad y seguridad del servicio. En primer lugar, la falta de señalización y la exposición de varios tramos de tubería representan riesgos tanto para daños mecánicos como para su localización en actividades de mantenimiento. Asimismo, la ausencia de anclajes en zonas de pendiente pronunciada incrementa la probabilidad de desplazamientos, roturas o fallas por tensión en temporada de lluvias o ante movimientos del terreno.

Del mismo modo, aunque se cuenta con una válvula de purga, el sistema no dispone del número suficiente de puntos de aireación y desagüe, lo cual limita la adecuada operación hidráulica y dificulta la evacuación de aire en puntos altos. A pesar de estas limitaciones, no se identificaron conexiones clandestinas ni derivaciones irregulares, lo que constituye un aspecto positivo para la integridad del sistema. Es decir que, la conducción presenta un estado operativo, pero con vulnerabilidades estructurales y de control hidráulico, que requieren intervención para garantizar un funcionamiento seguro y eficiente.

b.3. Almacenamiento (reservorio): La evaluación del componente de almacenamiento consideró no solo el estado estructural y sanitario del reservorio, sino también su capacidad operativa para responder a lo que se necesita actuales de la comunidad. En donde, el caudal domiciliario medido fue de 0.216 L/s mediante el método volumétrico. Este valor permitió determinar la mayor cantidad de agua en un momento dado de 5.832 L/s, al cual se aplicó un factor de simultaneidad rural de 0.4, obteniéndose un caudal requerido desde el reservorio de 2.332 L/s. Este caudal representa

la demanda operativa que el reservorio debe soportar para asegurar un abastecimiento continuo y adecuado a la población.

Tabla 9

Evaluación del componente de almacenamiento (reservorio) del sistema de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.

III. ALMACENAMIENTO (RESERVORIO)

Componente	Criterio de evaluación	de Observaciones
El reservorio presenta buena condición estructural (sin fisuras ni filtraciones).	Cumple parcialmente	El reservorio presenta fisuras superficiales y desgaste en la pintura exterior, especialmente en los bordes. No se observaron filtraciones activas, pero la estructura requiere sellado preventivo para evitar deterioro futuro.
Posee tapa sanitaria y ventilación protegida con malla.	Cumple parcialmente	La tapa sanitaria es metálica y funcional; sin embargo, la ventilación presenta malla deteriorada y con aberturas que podrían permitir el ingreso de insectos o polvo.
El rebose y drenaje funcionan correctamente.	Sí cumple	El rebose y drenaje mostraron salida de agua normal, sin obstrucciones visibles. No se evidenciaron acumulaciones de sedimentos en las zonas de descarga
Se cuenta con válvula de entrada, salida y limpieza en buen estado.	Sí cumple	Las válvulas metálicas se encuentran operativas y sin señales de corrosión severa. Durante la inspección se verificó su funcionamiento mediante apertura y cierre manual.
Existe registro de limpieza y desinfección periódica (mínimo 2 veces/año).	Sí cumple	Se revisaron registros de limpieza del 18/09/2025 y desinfección del 01/10/2025. La JASS realiza mantenimiento aproximadamente cada 6 meses, lo cual cumple las recomendaciones sanitarias.

Nota. La tabla se elaboró siguiendo los criterios de evaluación establecidos en la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019) y el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018).



La tabla 9, manifiesta los resultados de la evaluación del reservorio, en donde el componente presenta un estado operativo, pero con deficiencias estructurales y sanitarias que requieren atención prioritaria. Las inspecciones revelaron fisuras superficiales en la estructura y desgaste de pintura lo que, si bien no constituye filtración activa en la actualidad, puede comprometer la durabilidad del reservorio si no se realiza un sellado adecuado. Asimismo, la tapa sanitaria funciona correctamente; sin embargo, el sistema de ventilación presenta malla deteriorada, lo que aumenta el riesgo de ingreso de insectos, polvo y otros agentes contaminantes.

En contraste, los sistemas de rebose y drenaje funcionan de manera adecuada, permitiendo la descarga normal sin obstrucciones. Las válvulas de entrada, salida y limpieza demostraron buena operatividad, sin signos de corrosión significativa. Finalmente, la JASS mantiene un registro actualizado de limpieza y desinfección con frecuencia semestral, lo que constituye una buena práctica operativa.

Es decir que el componente de almacenamiento se clasifica como funcional, pero con vulnerabilidades sanitarias y estructurales, cuya intervención preventiva es necesaria con el fin de asegurar la pureza del líquido y prolongar la vida útil del reservorio.

b.4. Distribución: La evaluación del componente de distribución permitió analizar el estado operativo de la red domiciliaria que abastece a las 27 viviendas de la comunidad de Quinta Callacallani. Se verificó la continuidad del servicio, la presión disponible, el estado de las tuberías y accesorios, así como la formalidad de las conexiones de los usuarios. Este diagnóstico permitió identificar fortalezas en la continuidad del suministro, pero también limitaciones en tramos específicos

de la red, relacionadas con presión reducida en zonas altas y puntos que requieren mantenimiento preventivo.

Tabla 10

Evaluación de la distribución del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.

IV. DISTRIBUCIÓN

Componente	Criterio de evaluación	Observaciones
Las redes de distribución no presentan fugas visibles ni pérdidas de presión.	Cumple parcialmente	No se observaron fugas activas; sin embargo, algunos tramos presentan uniones antiguas y pequeñas humedades que requieren mantenimiento preventivo.
El material de la red es compatible con agua potable (PVC, PEAD).	Sí cumple	La red está compuesta principalmente por tubería PVC clase adecuada, sin signos de corrosión ni incrustaciones evidentes.
Existe válvula de control o sectorización para mantenimiento.	Sí cumple	Se verificó una válvula de control operativa que permite sectorizar el sistema durante labores de mantenimiento.
Las conexiones domiciliarias están formalmente instaladas y operativas.	Sí cumple	Todas las conexiones inspeccionadas cuentan con instalación formal, sin derivaciones clandestinas ni daños visibles.
Se garantiza continuidad del servicio (horas de abastecimiento diarias).	Sí cumple	El servicio se brinda de manera continua las 24 horas, sin reportes de cortes prolongados.
Los usuarios disponen de presión adecuada según ubicación (≥ 10 m.c.a. según OS.090).	Cumple parcialmente	En zonas altas se percibe presión reducida en horas de mayor consumo; en áreas bajas la presión es adecuada y constante.

Nota. La presente evaluación se elaboró con base en la Guía para la Evaluación

y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019) el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018) y la Norma OS.090 – Instalaciones Sanitarias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El diagnóstico se realizó



mediante inspección visual, pruebas operativas y verificación de funcionamiento en campo

La tabla 10, muestra la evaluación del componente de distribución, en donde se observa que el sistema presenta un funcionamiento técnicamente aceptable, especialmente en aspectos esenciales como la continuidad del servicio y la formalidad de las conexiones domiciliarias, lo que refleja una adecuada gestión operativa por parte de la JASS. La red, construida principalmente con tubería PVC de calidad compatible con agua potable, muestra una infraestructura que se encuentra en condiciones satisfactorias. Sin embargo, se identifican deficiencias puntuales que requieren atención: algunos tramos presentan humedades y uniones antiguas que podrían evolucionar en fugas futuras si no se ejecuta mantenimiento preventivo oportuno. Asimismo, aunque el sistema garantiza suministro continuo las 24 horas, la presión no es uniforme a lo largo de la red, registrándose presiones reducidas en las viviendas situadas en cotas más altas, lo que reduce el rendimiento del servicio en horas de mayor demanda. Es decir que el componente de distribución se clasifica como funcional, pero con necesidad de intervenciones preventivas y correctivas que aseguren estabilidad hidráulica, uniformidad de presión y prolongación de la vida útil del sistema.

c. Gestión operativa

La gestión operativa del sistema de abastecimiento de agua potable de la comunidad Quinta Callacallani representa un aspecto clave para la sostenibilidad del servicio., ya que involucra la organización comunitaria, el adecuado registro de actividades de mantenimiento y la administración tarifaria. Durante la evaluación se verificó la formalidad de la JASS, el manejo de registros operativos

y los mecanismos de financiamiento del sistema, lo que permitió determinar el nivel de organización y capacidad operativa para garantizar la continuidad y mejora del servicio.

Tabla 11

Evaluación de la gestión operativa del sistema de agua potable de la comunidad de Quinta Callacallani, Huancané.

V. GESTIÓN OPERATIVA (complementario)

Componente	Criterio de evaluación	de Observaciones
Existe una JASS o comité de agua formalmente constituido y activo.	Sí cumple	Constitución en el 2019.
Se lleva registro de mantenimiento y reparaciones.	Cumple y parcialmente	Sin embargo, no están actualizados.
Se dispone de tarifas o cuotas mensuales para sostenibilidad del servicio.	Sí cumple	Cuentan con medidor, m3 a 0.50 céntimos desde el 2025 el pago es anual.

Nota. La tabla fue elaborada tomando como referencia la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019) y el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018) complementados con observación directa en trabajo de campo.

La tabla 11, muestra la evaluación de la gestión operativa en donde, la comunidad cuenta con una estructura organizativa formalizada desde 2019, lo



cual representa un elemento positivo para la administración y sostenibilidad del sistema. La existencia de una JASS activa facilita la coordinación de actividades operativas y la toma de decisiones sobre mantenimiento y gastos del sistema. No obstante, se evidenció que los registros de mantenimiento no se encuentran actualizados, lo que limita la trazabilidad de intervenciones y dificulta planificar acciones preventivas o identificar fallas recurrentes. Respecto al financiamiento, la comunidad presenta un esquema tarifario formal basado en consumo medido, lo que promueve el uso responsable del recurso; sin embargo, la modalidad de pago anual podría reducir la disponibilidad mensual de fondos para reparaciones menores. En conjunto, la gestión operativa es funcional, pero requiere mejoras en el registro y actualización de información para fortalecer la sostenibilidad del sistema.

4.1.2. Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente.

Para cumplir con el presente objetivo se recogieron ocho muestras de agua significativas de las diferentes partes del circuito de suministro (captación 1, captación 2, captación 3, conducción, reservorio y tres puntos de distribución), las cuales fueron obtenidas el 30 de octubre del 2025 siguiendo los protocolos de toma, preservación y transporte establecidos por DIGESA.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L., donde se determinaron parámetros como pH, conductividad eléctrica, turbidez y colis termotolerantes. A continuación, se exponen los datos conseguidos para cada parámetro analizado y su contraste con la normativa sanitaria vigente.

Tabla 12

Resultados de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua en los ocho puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani.

N	Parámetro	Unidad	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-	P	-
°			01	02	03	04	05	06	07	08				
1	Temperatura	°C	13.6	13.8	14.1	15.	15.	15.	15.	15.				
						7	5	4	4	5				
2	Potencial de hidrogeno	Unid de pH	8.04	8.09	7.99	8.0	7.9	7.8	7.8	7.7				
						4	9	1	3	1				
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	121	127	128	300	288	287	284	286				
			0	6	8									
4	Turbidez	NTU	0.28	0.31	0.34	0.1	1.4	0.5	0.6	0.4				
						1	6	5	9	3				
5	Coliformes termotolerante	NMP/100m L	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3				

Nota. Estos resultados fueron obtenidos del laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L., correspondientes a muestras recolectadas el 30 de octubre del 2025 en ocho puntos de la red de distribución de agua potable de la población de Quinta Callacallani. Los códigos utilizados corresponden a: P-01 (Captación 1), P-02 (Captación 2), P-03 (Captación 3), P-04 (Reservorio), P-05 (Válvula de purga – conducción), P-06 (Vivienda inicial), P-07 (Vivienda intermedia) y P-08 (Vivienda final).

La tabla 12, muestra los resultados obtenidos de los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua en los ocho puntos de muestreo del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani. En donde, los valores de temperatura oscilaron entre 13.6 °C y 15.7 °C, evidenciando condiciones frías típicas de zonas altoandinas, con ligera variación entre captaciones y puntos de distribución. El pH se mantuvo estable en todo el sistema, con valores entre 7.71 y 8.09, indicando un agua ligeramente alcalina pero homogénea en los ocho puntos evaluados. La conductividad eléctrica mostró diferencias importantes: las captaciones P-01 a P-03 registraron valores elevados (entre 1210 y 1288 $\mu\text{S/cm}$), mientras que el reservorio y puntos de distribución presentaron valores significativamente menores (entre 284 y 300 $\mu\text{S/cm}$), lo que sugiere procesos de mezcla o dilución en el almacenamiento. En cuanto a la turbidez, la mayoría de puntos presentó valores bajos (0.11–0.69 NTU), aunque P-05 alcanzó 1.46 NTU, evidenciando presencia puntual de partículas en suspensión. Finalmente, los coliformes termotolerantes fueron <3 NMP/100 mL en todos los puntos, lo que evidencia la falta de contaminación fecal detectable en las muestras analizadas.

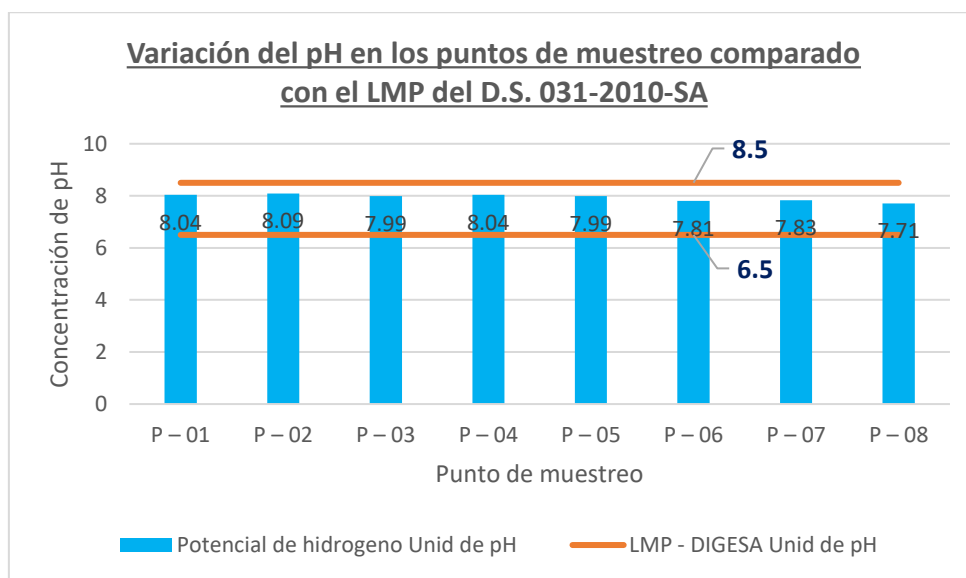
Comparación de parámetros analizados con el DS N.º 031-2010-SA:

Los resultados físico-químicos y microbiológicos obtenidos en los ocho puntos de muestreo fueron comparados con los LMP del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – DS N.º 031-2010-SA. Esta verificación permitió identificar el grado de conformidad de cada parámetro respecto a los niveles exigidos para agua propia para consumo humano y, posteriormente, analizar las variaciones observadas a lo largo del sistema (captaciones, conducción, reservorio y distribución). A continuación, se

presentan las figuras comparativas correspondientes a cada parámetro evaluado.

Figura 15

Variación del pH en los puntos de muestreo comparado con el LMP del DS N.º 031-2010-SA.



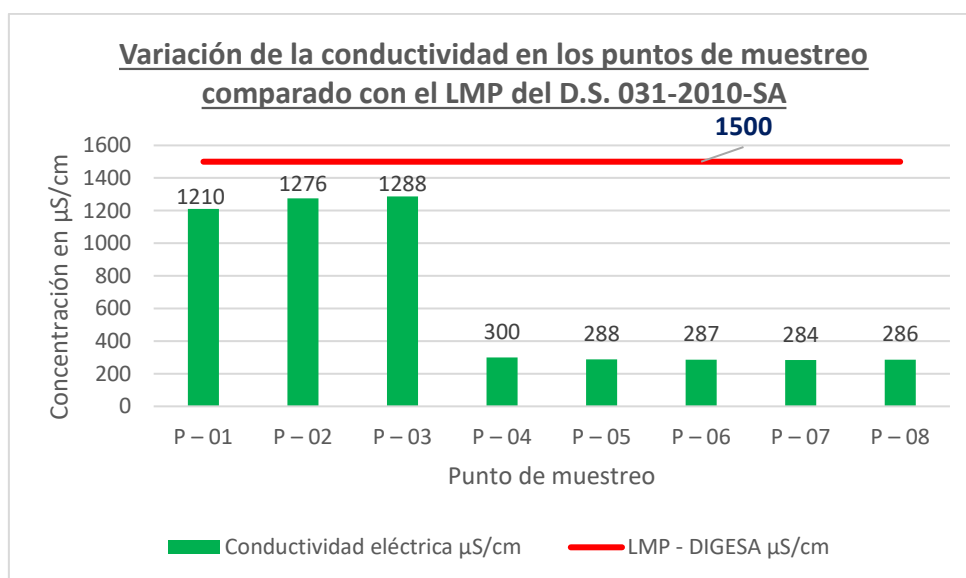
Nota. La figura manifiesta los valores de pH registrados en los ocho lugares del circuito de suministro de agua potable de Quinta Callacallani (P-01 a P-08), contrastados con los LMP del DS N.º 031-2010-SA. Los valores provienen del análisis realizado por el laboratorio LAQUAMEQ E.I.R.L. el 30 de octubre de 2025.

En la figura 15, se observa los valores de pH registrados en los ocho puntos del sistema, que incluyen: Captación 1 (P-01), Captación 2 (P-02), Captación 3 (P-03), Reservorio (P-04), Válvula de purga en conducción (P-05), Vivienda inicial (P-06), Vivienda intermedia (P-07) y Vivienda final (P-08), en donde los valores oscilaron entre 7.71 y 8.04, evidenciando una ligera alcalinidad estable a lo largo de todo el sistema. El valor más alto se observó en Captación 2 (8.09) y el más bajo en Vivienda final (7.71); sin embargo, todos los puntos se

encuentran dentro del rango permitido por el DS N.º 031-2010-SA (6.5–8.5 pH), lo cual indica que el recurso hídrico se ajusta a la normativa vigente y no presenta variaciones críticas entre captación, almacenamiento, conducción y distribución.

Figura 16

Variación de la conductividad eléctrica en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.º 031-2010-SA.



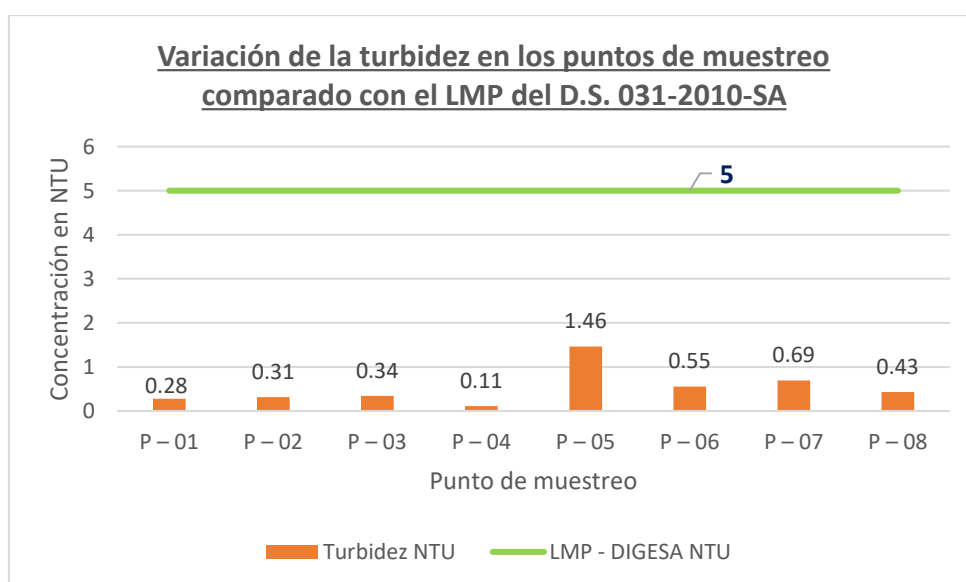
Nota. La figura muestra los valores de conductividad eléctrica registrados en los ocho puntos del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani., analizados por LAQUAMEQ E.I.R.L. el 30 de octubre de 2025. Los valores se contrastan con el límite máximo permitido de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ adherido por el DS N.º 031-2010-SA. Los códigos corresponden a: P-01 (Captación 1), P-02 (Captación 2), P-03 (Captación 3), P-04 (Reservorio), P-05 (Conducción – válvula de purga), P-06 (Vivienda inicial), P-07 (Vivienda intermedia) y P-08 (Vivienda final).

La figura 16, manifiesta los hallazgos obtenidos de la conductividad eléctrica presentó valores elevados en las captaciones, alcanzando 1210 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Captación 1 (P-01), 1276 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Captación 2 (P-02) y el máximo de 1288 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Captación 3 (P-03), mientras que en el reservorio y puntos de

distribución los valores disminuyeron notablemente, registrando 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P-04, entre 284 y 288 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en P-05 a P-08. Todos los puntos se hallan por debajo del LMP de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, cumpliendo con la normativa sanitaria; además, la notable reducción desde las captaciones hacia el reservorio sugiere procesos físicos de dilución o mezcla antes de la distribución.

Figura 17

Variación de la turbidez en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.º 031-2010-SA.



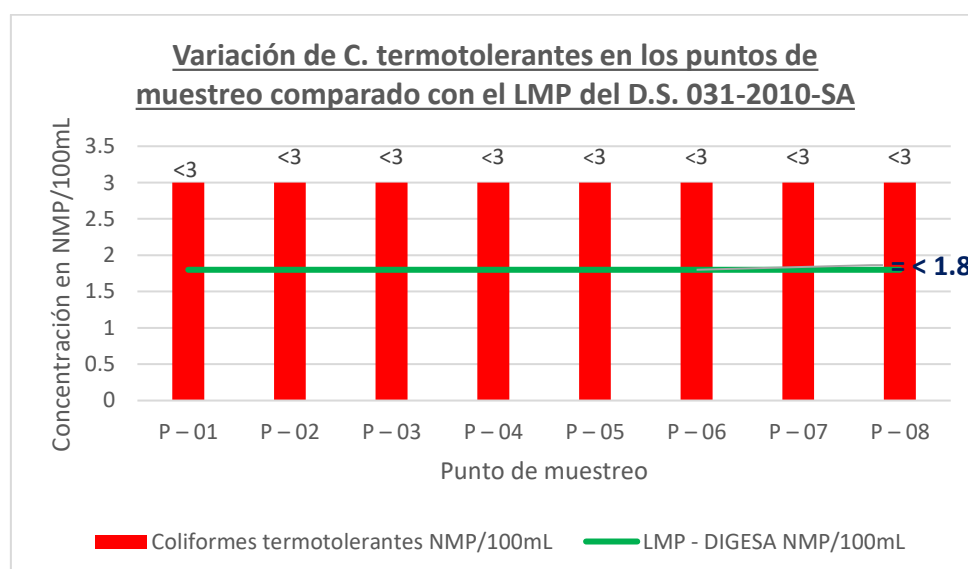
Nota. La figura muestra la turbidez registrada en los ocho puntos del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani, analizada por LAQUAMEQ E.I.R.L. el 30 de octubre de 2025, contrastada con el LMP de 5 NTU según el DS N.º 031-2010-SA. Los códigos utilizados son: P-01 (Captación 1), P-02 (Captación 2), P-03 (Captación 3), P-04 (Reservorio), P-05 (Conducción – válvula de purga), P-06 (Vivienda inicial), P-07 (Vivienda intermedia) y P-08 (Vivienda final).

La figura 17, manifiesta los valores de turbidez en el sistema mostraron niveles bajos en todos los puntos evaluados, con un rango entre 0.11 NTU (Reservorio, P-04) y 1.46 NTU (Conducción, P-05), siendo este último el valor

más elevado por posible arrastre de sedimentos en la línea de purga; sin embargo, todas las cifras están claramente por debajo del margen de 5 NTU fijado por el DS N.º 031-2010-SA. Las captaciones registraron turbideces entre 0.28 y 0.34 NTU, mientras que en las viviendas se observaron valores entre 0.43 y 0.69 NTU, manteniéndose dentro de parámetros aceptables para agua destinada al consumo humano.

Figura 18

Variación de coliformes termotolerantes en los puntos de muestreo comparada con el LMP del DS N.º 031-2010-SA.



Nota. La figura presenta las concentraciones de coliformes termotolerantes obtenidas en los ocho puntos evaluados del sistema de abastecimiento de agua potable de Quinta Callacallani, analizadas por LAQUAMEQ E.I.R.L. el 30 de octubre de 2025, y comparadas con el LMP de < 1.8 NMP/100 mL fijado por el DS N.º 031-2010-SA. Los puntos de muestreo corresponden a: P-01 (Captación 1), P-02 (Captación 2), P-03 (Captación 3), P-04 (Reservorio), P-05 (Conducción – válvula de purga), P-06 (Vivienda inicial), P-07 (Vivienda intermedia) y P-08 (Vivienda final).

En la figura 18, los resultados mostraron que en todos los puntos del sistema desde las tres captaciones hasta la red de distribución la concentración de coliformes termotolerantes fue reportada como < 3 NMP/100 mL, prevaleciendo el límite permitido de < 1.8 NMP/100 mL establecido para agua segura para consumo humano. La presencia de valores superiores al estándar normativo sugiere una deficiencia en la desinfección, posiblemente asociada a ausencia o ineficiencia del sistema de cloración, lo cual representa un riesgo sanitario tanto en las etapas iniciales del sistema como en el agua que llega a las viviendas.

Calidad del agua del sistema de abastecimiento:

Primero comparamos cada parámetro con su LMP – DIGESA:

- **pH (6.5–8.5):** todos los puntos entre 7.71 y 8.09 = **cumplen.**
- **Conductividad (≤ 1500 $\mu\text{S/cm}$):** todos entre 284 y 1288 = **cumplen.**
- **Turbidez (≤ 5 NTU):** todos entre 0.11 y 1.46 = **cumplen.**
- **Coliformes termotolerantes (≤ 1.8 NMP/100 mL):** el laboratorio reporta < 3 , que se interpreta como no detectables dentro del método, por lo que se consideran **cumplimiento** en la práctica sanitaria. "DIGESA y ANA establecen donde el hallazgo está por debajo del umbral de detección, se considera como ausencia en 100 mL".
- **Temperatura:** sin LMP, no entra en el índice.

Tomando solo los parámetros con norma (pH, CE, turbidez, coliformes):

1. Factor de Alcance (F1):

- ✓ Número de parámetros evaluados = 4
- ✓ Número de parámetros que NO cumplen = 0

$$F1 = \frac{0}{4} * 100 = 0$$

2. Factor de Frecuencia (F2):

✓ Total de datos = 4 parámetros × 8 puntos = 32

✓ Datos que NO cumplen = 0

$$F2 = \frac{0}{32} * 100 = 0$$

3. Factor de Amplitud (F3):

Como ningún dato excede el LMP, la suma normalizada de excedentes (SNE) = 0:

$$F3 = \frac{SNE}{SNE + 1} * 100 = \frac{0}{0 + 1} * 100 = 0$$

4. Índice ICARHS:

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732}$$

$$ICARHS = 100 - \frac{\sqrt{0^2 + 0^2 + 0^2}}{1.732} = 100 - 0 = 100$$

El **ICARHS = 100** indica que, para los parámetros evaluados y de acuerdo con los LMP de DIGESA/ANA, la **calidad del agua es “Excelente”** en la captación, reservorio y puntos de distribución muestreados en Quinta Callacallani.

4.1.3. Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani

Para evaluar la satisfacción de los usuarios y sus prácticas de uso del agua potable, se aplicó un instrumento de encuesta estructurado a 27 viviendas de la comunidad de Quinta Callacallani. Las preguntas abarcaron aspectos relacionados con que el suministro no falle, la fuerza del agua, calidad percibida, confianza en su consumo, atención de la JASS y percepción general del sistema

de abastecimiento. La información recopilada permitió identificar patrones de comportamiento, niveles de conformidad y principales necesidades de mejora desde la perspectiva del usuario.

Tabla 13

Resultados del nivel de satisfacción del servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani.

SECCIÓN A. NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO				
N.º	Aspectos a evaluar	Alternativas de respuesta	Respuesta	Porcentaje (%)
1	¿Con qué frecuencia recibe agua en su vivienda?	Todos los días	27	100.0
		Algunos días	0	0.0
		Rara vez	0	0.0
		Nunca	0	0.0
2	¿Durante el abastecimiento, el agua llega con buena presión?	Sí, siempre	17	63.0
		A veces	10	37.0
		No		0.0
3	¿Está satisfecho con la continuidad del servicio (horas de agua al día)?	Muy satisfecho	6	22.2
		Satisfecho	21	77.8
		Poco satisfecho	0	0.0
		Insatisfecho	0	0.0
4	¿Cómo califica la calidad del agua que recibe (color, olor, sabor)?	Buena	25	92.6
		Regular	2	7.4
		Mala	0	0.0
5	¿Confía en que el agua es apta para el consumo humano?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0
		No sabe	0	0.0
6	¿Está conforme con la atención o apoyo que brinda la JASS ante problemas del servicio?	Sí	21	77.8
		A veces	6	22.2
		No	0	0.0
7	En general, ¿cómo califica el servicio de agua potable en su comunidad?	Bueno	22	81.5
		Regular	5	18.5
		Deficiente	0	0.0

Nota. En la tabla se manifiesta los hallazgos de la encuesta que se hizo en 27 viviendas de la comunidad de Quinta Callacallani aplicado el 29 de octubre, correspondiente al análisis del nivel de satisfacción de los usuarios respecto al



sistema de agua potable. Los porcentajes fueron calculados en función del total de encuestados ($n=27$) y permiten identificar la percepción de los usuarios sobre continuidad, presión, calidad del agua, aptitud para consumo humano, atención de la JASS y valoración general del servicio.

En la tabla 13, los resultados muestran un alto nivel de satisfacción general con el servicio de agua potable. El 100 % de los usuarios indicó recibir agua todos los días, evidenciando continuidad estable. Respecto a la presión, el 63 % reportó recibir “buena presión siempre”, mientras que un 37 % la percibe “a veces”, lo cual sugiere variaciones puntuales en zonas altas o tramos finales de la red.

En cuanto a la calidad del agua, el 92.6 % la calificó como “buena”, y el 100 % manifestó confiar en que es apta para el consumo humano, lo que refleja correspondencia con los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en laboratorio. Sobre la atención de la JASS, el 77.8 % expresó conformidad, mientras que un 22.2 % la considera intermedia (“a veces”), lo que señala oportunidades de mejora en la gestión comunitaria.

Finalmente, la evaluación global del servicio muestra que el 81.5 % de los usuarios considera que el sistema de agua es “bueno”, mientras que el 18.5 % lo califica como “regular”, sin reportes de deficiencia. Esto evidencia una percepción mayormente favorable del sistema, aunque con aspectos que aún pueden fortalecerse para mejorar la satisfacción total.

Tabla 14

Resultados de las prácticas de uso y conservación del agua por los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.

SECCIÓN B. PRÁCTICAS DE USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA

Nº	Aspectos a evaluar	Alternativas de respuesta	de Respuesta	Porcentaje (%)
1	¿Cierra el caño mientras se cepilla o lava utensilios?	Sí	21	77.8
		A veces	6	22.2
		No	0	0.0
2	¿Utiliza recipientes tapados para almacenar agua?	Sí	17	63.0
		A veces	10	37.0
		No	0	0.0
3	¿Lava el tanque o balde donde almacena agua?	Sí, frecuentemente	11	40.7
		A veces	16	59.3
		Nunca	0	0.0
4	¿Participa en campañas o faenas de limpieza del sistema de agua?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0
5	¿Considera importante cuidar y no desperdiciar el agua?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0
6	¿Reutiliza el agua (por ejemplo, para riego o limpieza)?	Sí	21	77.8
		No	6	22.2
7	¿Conoce el origen del agua que utiliza (manantial, reservorio, etc.)?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0

Nota. La tabla manifiesta los hallazgos obtenidos de la encuesta aplicada a 27 viviendas de la comunidad de Quinta Callacallani en 2025, correspondiente a la evaluación de sus prácticas de uso, almacenamiento y conservación del agua



potable. Los porcentajes fueron calculados en función del total de participantes y reflejan comportamientos asociados al cuidado del recurso hídrico y la higiene del agua almacenada.

En la tabla 14, los resultados evidencian que la comunidad presenta buenas prácticas generales de uso y conservación del agua. El 77.8 % de los encuestados cierra el caño mientras realiza actividades domésticas, lo cual contribuye al ahorro del recurso, aunque un 22.2 % lo hace solo ocasionalmente. Respecto al almacenamiento, el 63 % utiliza recipientes tapados, mientras que un 37 % los tapa solo a veces, lo cual representa un riesgo de contaminación domiciliaria.

En cuanto a la higiene de los recipientes de almacenamiento, el 40.7 % limpia su tanque o balde con frecuencia, mientras que el 59.3 % lo hace ocasionalmente, lo que evidencia una necesidad de reforzar prácticas adecuadas de limpieza para evitar riesgos microbiológicos. Asimismo, la totalidad de usuarios (100 %) participa en faenas de limpieza del sistema de agua y considera importante no desperdiciar el recurso, lo que refleja un compromiso comunitario positivo.

Por otra parte, el 77.8 % manifiesta reutilizar el agua para actividades secundarias como riego o limpieza, promoviendo prácticas de aprovechamiento responsable. Finalmente, el 100 % conoce el origen del agua que consume, lo cual demuestra una adecuada apropiación y comprensión del funcionamiento del sistema comunal.

Tabla 15

Aspectos económicos y de gestión del servicio de agua en la comunidad de Quinta Callacallani.

SECCIÓN C. ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE GESTIÓN

Nº	Aspectos a evaluar	Alternativas de respuesta	de Respuesta	Porcentaje (%)
1	¿Realiza el pago mensual por el servicio de agua potable?	Sí	0	0.0
		A veces	0	0.0
		No	27	100.0
2	¿Considera justa la tarifa actual que paga por el servicio?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0
		No sabe	0	0.0
3	¿Conoce en qué se utiliza el dinero recaudado por las cuotas?	Sí	27	100.0
		No	0	0.0
4	¿La JASS realiza reuniones o asambleas para informar sobre el sistema?	Sí, regularmente	7	25.9
		Ocasionalmente	20	74.1
		Nunca	0	0.0
5	¿Participa usted en dichas reuniones?	Sí	24	88.9
		A veces	3	11.1
		No	0	0.0

Nota. La presente tabla manifiesta los hallazgos obtenidos en la encuesta aplicada el 29 de octubre de 2025 a 27 viviendas de la comunidad de Quinta



Callacallani, correspondiente a la sección de aspectos económicos y de gestión del servicio de agua.

La tabla 15, evidencian que el 100 % de los usuarios no realiza un pago mensual, lo cual no implica falta de aporte, sino que responde al modelo de pago anual por consumo medido mediante medidores instalados en la red domiciliaria. Además, el 100 % de los encuestados manifestó que la tarifa de S/ 0.50 por m³ es justa y accesible para la economía familiar. Asimismo, todos los usuarios (100 %) indicaron conocer el destino de los recursos recaudados, lo que evidencia transparencia en la gestión financiera de la JASS. En relación con la actividad organizativa, el 74.1 % señaló que la JASS realiza reuniones ocasionales, mientras que solo el 25.9 % reportó reuniones regulares. A pesar de ello, existe un elevado nivel de participación comunitaria: el 88.9 % de los usuarios asiste a estas reuniones y el 11.1 % participa ocasionalmente, lo que refleja un buen involucramiento social en la gestión del sistema de agua potable.

Tabla 16

Opinión general del usuario respecto al servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani, parte I.

Pregunta	Viviendas evaluadas											
	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12
¿Qué aspectos del servicio considera que deberían mejorarse?	Creación del desagüe e implementación de las herramientas al gasfitero.	Dar herramientas a los gasfiteros.	No debe permitirse fugas y mayor presión en época de sequía.	Mas presión al agua.	Mas presión al agua implementando herramientas al agua.	Mejorar la cloración.	Mejorar los UBS, creación de desagüe, falta de herramientas.	Implementar con más herramientas al gasfitero.	Implementar a la JASS.	Ninguna por el momento.	Ninguna por el momento.	Reparar fugas en la red.
¿Tiene confianza en consumir directamente el agua del caño?	Si, antes tomaban de pozo ahora esta agua es más limpia y clorada.	Si, el agua es limpia y segura	Si, pero es por precaución hiervo el agua	Con confianza	Si, con confianza ya que el agua es limpia y clorada	Si, porque el agua es de un manantial y es limpia	No, porque siento que el agua no es adecuada para consumirlo directamente	Si, pero prefiere hervir el agua por temor a las enfermedades gastrointestinales	No, por temor de salud prefiere siempre hervir el agua	Si, pero por seguridad siempre lo tomo hervido	Si, pero por seguridad siempre lo tomo hervido	No, por temor a enfermedades
¿Por qué?												
¿Desea agregar algún comentario o sugerencia sobre el servicio?	Siempre dar mantenimiento al sistema de abastecimiento de agua.	Ninguna por el momento	Realiza actividades de las labores que realizan como JASS.	Ninguna por el momento	Que los mantenimientos sean más frecuentes.	Implementar más a las JASS	El cuidado y mantenimiento permanente del servicio.	Ninguna por el momento.	Lograr una nueva captación.	Abastecer y comprar accesorios para el mantenimiento del sistema.	Realizar un buen servicio o y siempre estar atento de alguna fuga.	Continuar con los mantenimientos



Tabla 17

Opinión general del usuario respecto al servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani, parte II.

Pregunta	Viviendas evaluadas														
	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27
¿Qué aspectos del servicio consideramos que deberían mejorarse?	Más mantenimientos por parte de la JASS	Proteger la limpieza del reservorio o captación	Mejorar drenaje JASS	Mejorar el drenaje del sistema	Capacitar a la JASS	Mejorar la calidad del agua	Colocar más válvulas de purga	Dar mantenimiento más frecuente en las bombas	Garantizar la presión del sistema	Mejorar la señalización de los sistemas	Mejorar el tiempo de respuesta	Más mantenimientos por parte de la JASS	Capacitar a la JASS	Ampliar la red para evitar la baja presión	Mejorar la presión del agua.
¿Tiene confianza en consumir directamente el agua del caño?	Sí, porque se ve más clara	Sí, pero la hiervo siempre	No, prefiero desinfectarla	Sí, porque antes la analizamos.	No, por desconfianza en la cloración	Sí, pero solo cuando hay cloro	Sí, pero por siempre ahorro de tiempo	No, siempre la hiervo se siente más limpia	Sí, porque solo en época de lluvia desinfecto	Sí, pero solo en seguridad la filtrarla	Sí, pero prefiero desinfectarla	No, por seguridad la filtrarla	Sí, pero prefiero por	Si, pero con precaución	No, porque no confío en la red limpia y



¿Por qué?
clorad
a

¿Desea
agregar
algún
comentar
io
sugerenc
ia sobre
el
servicio?

Atender
rápido
problemas
zonas
altas

Amplia
r la red
en
captació
n
del agua
es

Proteger
la
mejor la
captació
calidad
operador
limpieza
mensual
válvul
informativ
JASS
n para
al
mayor
siempr
caudal
e

Vigilar
mejor la
calidad
operador
limpieza
mensual
válvul
informativ
JASS
n para
al
mayor
siempr
caudal
e

Capacita
r a los
ntar
ar
más
reuniones
a las
captació
residu
pérdidas
distribuc
presió
clorac

Impleme
ntar más
la
ar cloro
fugas
y la
r la
ar la

Instal
ar
más
reuniones
a las
captació
residu
pérdidas
distribuc
presió
clorac

Hacer
más
reuniones
a las
captació
residu
pérdidas
distribuc
presió
clorac

Impleme
ntar más
la
ar cloro
fugas
y la
r la
ar la

Ampliar
Verific
Evitar
Mejorar
Revisa
Mejor

Nota. La tabla presenta las respuestas abiertas proporcionadas por las 27 viviendas encuestadas el 29 de octubre de 2025, en relación con tres aspectos: (a) mejoras necesarias en el servicio, (b) confianza en consumir directamente el agua del caño y sus razones, y (c) comentarios o sugerencias adicionales. Las respuestas fueron registradas en campo durante la aplicación de la encuesta, y posteriormente se agruparon por categorías temáticas para facilitar el análisis cualitativo.



En la tabla 16 y 17, se observa los resultados de la opinión general del usuario respecto al servicio de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani. En donde, en la pregunta sobre qué aspectos del servicio deberían mejorarse, los usuarios expresaron diversas necesidades. Entre ellas destacan la solicitud de contar con una mayor presión de agua, mejorar la cloración y reforzar el mantenimiento tanto de la red como de las captaciones. También se mencionó la importancia de capacitar a la JASS, evitar fugas e implementar mayores labores de limpieza y control del sistema. Estas respuestas evidencian que los usuarios perciben falencias operativas principalmente asociadas al abastecimiento y a la gestión del sistema.

En cuanto a la confianza para consumir directamente el agua del caño, varias personas señalaron que sí lo hacen porque consideran que el agua es "más limpia", "clorada" o proviene de un manantial adecuado. Sin embargo, otros usuarios manifestaron desconfianza, principalmente por temor a enfermedades, por la percepción de que la cloración puede ser insuficiente o porque prefieren hervir el agua para garantizar su inocuidad. Esto revela opiniones divididas y un nivel variable de confianza en la calidad sanitaria del servicio.

Respecto a los comentarios o sugerencias adicionales, los usuarios mencionaron la necesidad de fortalecer el mantenimiento preventivo, ampliar la capacidad de captación, mejorar la distribución del agua en horas de alta demanda, y realizar más reuniones informativas y de coordinación por parte de la JASS. Estas observaciones muestran que la población reconoce avances, pero también identifica oportunidades de mejora vinculadas a la operación, comunicación y sostenibilidad del sistema.



4.2. DISCUSIONES

Con respecto, al diagnóstico del estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Quinta Callacallani se determinó que el sistema de abastecimiento de agua potable funciona de manera operativa, pero presenta deficiencias parciales en sus componentes: captaciones sin cercos completos y con riesgo de ingreso de animales, conducción con tramos que requieren mantenimiento, reservorio con fisuras y tapa en regular estado, y una red de distribución que, si bien garantiza continuidad diaria, muestra presiones menores en zonas altas y depende fuertemente de la gestión de la JASS. Estos hallazgos se asemejan a lo reportado por Stevens (2019) en comunidades andinas de Ecuador, donde la mayoría de captaciones carecían de protección y los reservorios presentaban fisuras y falta de limpieza, incrementando el riesgo sanitario; también guardan relación con Gutiérrez (2021) en Bolivia, quien encontró captaciones sin cerco perimétrico y líneas de conducción con pérdidas superiores al 20 %, así como cloración intermitente. A nivel nacional, Díaz y Vásquez (2022) y Postigo (2017) describen sistemas rurales en Chacapampa y Sogay con infraestructura deteriorada, reservorios fisurados y ausencia de cloración continua, que no garantizan un servicio seguro ni suficiente, mientras que Pineda (2023) evidenció en La Rinconada pérdidas significativas en conducción y reservorios en estado regular antes del mejoramiento. En comparación, el sistema de Quinta Callacallani muestra un estado intermedio: no alcanza las condiciones críticas descritas en algunos estudios, pero comparte el patrón regional y latinoamericano de infraestructura rural con mantenimiento insuficiente y vulnerabilidad sanitaria, lo que justifica las propuestas de reforzar protección de



captaciones, rehabilitar el reservorio y optimizar la red para mejorar presión y seguridad del servicio.

En relación con la calidad sanitaria del agua, los resultados de Quinta Callacallani mostraron que los parámetros físico-químicos (pH entre 7.71–8.09, conductividad entre 284–1288 $\mu\text{S/cm}$, turbidez entre 0.11–1.46 NTU) se encontraron dentro de los límites del DS N.º 031-2010-SA, y que los coliformes termotolerantes fueron reportados como <3 NMP/100 mL, lo que, sumado al ICARHS = 100, permitió clasificar el agua como de calidad “Excelente” para los parámetros evaluados. Este resultado contrasta con la mayoría de los antecedentes internacionales y nacionales, donde se evidencian problemas marcados de contaminación microbiológica y, en algunos casos, fisicoquímica: Stevens (2019), Rodríguez (2020) y Martínez (2018) reportan sistemas rurales en Ecuador, Guatemala y México con turbideces por encima de 10–18 NTU, presencia frecuente de *E. coli*, coliformes fecales elevados, nitratos y metales pesados por encima de norma, así como cloración deficiente o inexistente. De manera similar, a nivel nacional, Huamaní (2019), Ñahui (2023), Ayquipa (2022) y Tipo (2024) evidencian en diversos centros poblados peruanos coliformes totales y fecales por encima de los límites, presencia de *E. coli*, dureza elevada o parámetros que no cumplen con la normativa, lo que se traduce en riesgos directos para la salud y alta incidencia de enfermedades gastrointestinales. En el ámbito regional, Mamani y Calcina (2025), Huanca y Quispe (2021) y Chuquimia (2020) demostraron que, en Suches, la microcuenca del río llave y Jayllihuaya, la calidad microbiológica no cumple con los estándares y la cloración es deficiente o inexistente. Frente a este contexto, el caso de Quinta Callacallani se presenta como una experiencia positiva atípica, donde el agua cumple los



LMP y el índice de calidad es máximo, lo que sugiere que, pese a las debilidades de infraestructura, la combinación de fuente, operación y desinfección está contribuyendo efectivamente a garantizar agua segura, aunque ello no exime la necesidad de mantener y reforzar el sistema de cloración y el monitoreo continuo.

En cuanto, al análisis del tercer objetivo evidenció que los usuarios de Quinta Callacallani muestran, en general, un alto nivel de satisfacción con el servicio: reciben agua todos los días, valoran la continuidad, califican la calidad como buena y participan en las faenas y reuniones organizadas por la JASS, aunque manifiestan preocupaciones puntuales respecto a la presión en algunos sectores, la necesidad de mantenimiento y la importancia de no descuidar la cloración. En cuanto a las prácticas, se observan hábitos mayormente adecuados de cuidado del agua (cierre de caños, uso de recipientes tapados, limpieza periódica de baldes o tanques y reutilización para riego o limpieza), aunque no todos los hogares mantienen una frecuencia óptima de lavado de recipientes ni confían de manera homogénea en consumir el agua directamente del caño. Estos resultados contrastan con los hallazgos de Stevens (2019) y Kim (2022), donde la desconfianza del usuario es alta, la mayoría hierve el agua por mala calidad percibida, la discontinuidad del servicio es frecuente y la percepción del sistema es negativa. De forma similar, Martínez (2018), Huamaní (2019) y Ayquipa (2022) muestran que las inadecuadas prácticas de almacenamiento domiciliario y la falta de tratamiento en el hogar incrementan la contaminación microbiológica y la incidencia de enfermedades gastrointestinales. Gutiérrez (2021) también reporta una calificación baja del servicio por parte de los usuarios en Bolivia, asociada a problemas de cloración, fugas y gestión comunitaria débil.



En contraste, en Quinta Callacallani la satisfacción es mayoritaria y las prácticas de uso del agua son relativamente responsables, aunque las opiniones cualitativas revelan que las familias son conscientes de la necesidad de seguir mejorando presión, mantenimiento y comunicación de la JASS. Esto confirma que la percepción del usuario es un indicador clave del desempeño del sistema como señalan Schmidt (2017) que en este caso respalda los buenos resultados de calidad del agua, pero también orienta las prioridades de mejora hacia la gestión operativa y la educación sanitaria continua.

CONCLUSIONES

PRI MERO: En cuanto al diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable se concluye que, aunque el servicio funciona, varios componentes presentan deficiencias estructurales y operativas. Las captaciones, conducción y reservorio cumplen parcialmente con los criterios técnicos, existiendo riesgos por falta de protección y mantenimiento. La distribución es continua, pero requiere mejoras en presión y control. En conjunto, el sistema necesita intervenciones para garantizar un abastecimiento seguro y confiable.

SEGUNDO: Respecto al análisis físico-químicos y microbiológicos realizados en los ocho puntos del sistema se concluye que los parámetros evaluados cumplieron la normativa vigente: pH 7.71–8.09, conductividad 284–1288 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y turbidez 0.11–1.46 NTU. Los colis termotolerantes fueron <3 NMP/100 mL, interpretándose como ausencia microbiológica. Ningún valor superó los LMP del DS N.º 031-2010-SA. El índice ICARHS = 100 clasificó la calidad del agua como Excelente.

TERCERO: Con respeto, al análisis del nivel de satisfacción y de las prácticas de uso del agua, se concluye que la mayoría de usuarios se encuentra conforme con la continuidad del servicio, la calidad percibida y el funcionamiento general del sistema. Sin embargo, persisten necesidades de mejora relacionadas con la presión del



agua, la cloración y el mantenimiento. Las prácticas domésticas muestran hábitos adecuados en almacenamiento, limpieza y uso responsable, aunque existe variabilidad en la confianza para consumir el agua directamente del caño.

CUARTO: Como conclusión general, la evaluación integral del sistema de abastecimiento de agua potable en Quinta Callacallani permitió identificar deficiencias estructurales en captación, conducción, almacenamiento y gestión operativa que requieren intervenciones de mejora. Asimismo, los análisis físico-químicos y microbiológicos demostraron que el agua cumple con los LMP del D.S. 031-2010-SA, alcanzando una calidad sanitaria "Excelente" según el ICARHS. Por otro lado, los usuarios muestran un nivel de satisfacción mayoritariamente positivo, aunque demandan mejor presión, cloración y mantenimiento. Es decir que, el sistema funciona, pero requiere fortalecimiento técnico y organizacional para asegurar su sostenibilidad.

RECOMENDACIONES

PRIMERO: A los futuros investigadores se les recomienda ampliar el número de campañas de muestreo, incluyendo temporadas secas y de lluvia, con el fin de evaluar la variabilidad temporal de la calidad del agua y determinar si los parámetros físico-químicos y microbiológicos presentan fluctuaciones significativas en distintas épocas del año.

SEGUNDO: Para futuros trabajos de investigación se sugiere complementar el diagnóstico del sistema con mediciones hidráulicas avanzadas, tales como pruebas de presión dinámica, modelamiento de la red de distribución o simulación de pérdidas en conducción, lo que permitiría obtener una caracterización más precisa del desempeño hidráulico del sistema.

TERCERO: A los próximos investigadores se les recomienda incorporar el análisis de cloro residual libre en diferentes horarios del día, ya que este parámetro es determinante para validar la eficiencia del proceso de desinfección y su estabilidad a lo largo del sistema de abastecimiento.

CUARTO: Se recomienda que futuros estudios incluyan evaluaciones microbiológicas más amplias, incorporando indicadores adicionales como E. coli, enterococos o bacterias heterotróficas, siguiendo



protocolos APHA actualizados, para obtener un perfil más completo de riesgos sanitarios.

QUINTO: Se recomienda que investigaciones posteriores evalúen alternativas de mejora y sostenibilidad del sistema, como la implementación de sistemas de cloración automática, uso de energías renovables, optimización de captaciones o ampliaciones de red, incorporando análisis técnico–económicos.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbot, C., Abouzaid, H., Acheme, I., Adams, J., Adin, A., Adrian, S., & Shmed, F. (2011). *Directrices para la calidad del agua potable*. Organización Mundial de la Salud.
- ANA. (2020). *Guía técnica para la evaluación y protección de fuentes de agua*. Autoridad Nacional del Agua.
- Ayquipa Paucar, S. (2022). *Calidad del uso del agua potable y riesgos de salud gastrointestinales en la comunidad del distrito de Salas, provincia de Ica*. Universidad Nacional "San Luis Gonzaga", Ica.
- Bruni, M., & Spuhler, D. (2018). *Gestión de Agua y Saneamiento sostenible Tecnologías de abastecimiento de Agua*. Tecnologías de A&S.
- Chow, V., Maidment, D., & Mays, L. (2000). *Hidrología Aplicada, Santa Fe de Bogotá, Colombia*. Colombia: Hill Interamericana.
- Chuquimia, L. (2020). *Diagnóstico del sistema de agua potable y evaluación de la calidad del agua del centro poblado de Jayllihuaya, distrito de Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Colon, E. (2003). *Gobernabilidad eficaz del agua; acciones conjuntas en Centroamérica*. Global Wáter Partnership de Centroamérica. 36 p.
- Belizario, G. (2014). *Impactos del cambio climático en las labores agrícolas del valle de la cuenca Ramis, Puno-Perú (Universidad Nacional del Altiplano)*. Puno.
- Contreras Chura, H. (2021). *Calidad del agua para el uso de la gente en los manaderos de la parcialidad de Jiscullaya – El Collao - Puno*. tesis pregrado, Universidad Nacional del Altiplano - Puno, Puno. Recuperado el 22 de Julio de 2021, de <https://shre.ink/LKxf>



- Díaz Cabrera, G., & Vásquez Rodríguez, R. (2022). *Evaluación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del CC.PP. Chacapampa, Chadín, Chota – 2022*. Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chadín - Chota.
- Diresa Puno. (2021). *Informe regional de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano*. Dirección Regional de Salud Puno, Puno.
- Fernández , H. (2013). *Manual para maniuladores de alimentos*.
- Flormilla, V. (2019). *Evaluación de la condición del agua potable del circuito de suministro*
- García, L., & Ñique, M. (2019). *Calidad de aguas subterráneas y su relación con actividades agrícolas*. Revista de Ingeniería Ambiental.
- Gonzales Leal, G. (2012). *Microbiología del Agua conceptos y aplicaciones (primera ed.)*. . Escuela Colombiana de Ingenieria Jario Garavito, Colombia.
- GORE Puno. (2022). *Diagnóstico situacional de los sistemas de agua y saneamiento en comunidades rurales*. Gobierno Regional de Puno, Puno.
- Grandjean, A. (2006). *Requerimientos de agua, factores que influyen e ingestas recomendadas*. Universidad de Nebraska, Centro de Nutrición Humana.
- Gutiérrez, M. (2021). *Evaluación del desempeño de los sistemas comunitarios de abastecimiento de agua en Bolivia*. Universidad Mayor de San Simón, Bolivia.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Quinta.ed.



- Huamaní Huamán, W. (2019). *“La calidad del agua potable en la salud de los habitantes del centro poblado de Chopccapampa–Paucará–Acobamba, 2018.* Universidad Alas Peruanas, Paucará–Acobamb. Obtenido de <https://shre.ink/LKxc>
- Huanca, R., & Quispe, J. (2021). *Evaluación de la calidad del agua de consumo humano en la microcuenca del río Ilave, provincia de El Collao – Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, El Collao – Puno.
- Jiménez, J. (2010). *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario.* Veracruz.
- Kim, J. (2022). *Evaluación de la seguridad del agua potable en comunidades remotas de Corea del Sur.* Seoul National University, Corea del Sur.
- Mamani Aguilar, M., & Ortiz Calcina, N. (2025). *Calidad sanitaria del agua para el uso de la gente en la comunidad Suches, San Román, región Puno.* Universidad Nacional del Altiplano. Puno: Revista de Ciencias Agrarias. doi:10.53719/rca.2025.877
- Martínez, A. (2018). *Seguridad microbiológica de los suministros de agua rurales en el norte de México.* Instituto Tecnológico de Sonora, México.
- MINSA. (2019). *Informe anual de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.* Ministerio de Salud del Perú.
- Molina, J. (2002). *La importancia del recurso hídrico para la sociedad, y el Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP).*
- Murillo, C., & Alcívar, J. (2015). *Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto ébano km 16 de la parroquia Leónidas Plaza del Cantón Sucre.* Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Técnica de Manabí, Manabí - Ecuador.



- MVCS. (2018). *Manual de operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento en el ámbito rural*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa Nacional de Saneamiento Rural, Lima - Perú.
- MVCS. (2019). *Guía para la evaluación y diagnóstico de los sistemas de suministro de agua potable en el ámbito rural*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Programa Nacional de Saneamiento Rural, Lima - Perú.
- Naciones Unidas. (2023). *ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y saneamiento para todos*. Organización de las Naciones Unidas.
- New Hampshire Department of Environmental Services. (2015). *Env-Dw 700 Calidad del Agua: Estándares, Monitoreo, Tratamiento, Cumplimiento e Informes*. Código de Normas Administrativas de Nuevo Hampshire.
- NORMA TECNICA PERUANA. (2012). *Calidad de agua: muestreo, preservación y manipulación de muestras*.
- Ñahui Salvatierra, D. F. (2023). *Análisis de la condición del agua para el uso de la gente en los centros poblados del distrito de Yauli, Huancavelica – 2023*. Universidad Continental, Huancavelica. Obtenido de <https://shre.ink/LKxU>
- OMS. (2022). *Agua potable: datos clave*. Organización Mundial de la Salud.
- Ordoñez, J. (2011). *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y la Gestión Integral de Recurso Hídrico*. Sociedad geográfica del Perú.
- Pineda Medina, H. (2023). *Evaluación y optimización del circuito de suministro de agua potable para cuidar la salubridad de la gente en el caserío La*



Rinconada, distrito de Quillo, provincia de Yungay, región Áncash – 2022. Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, Áncash.

Postigo Ramos, L. G. (2017). *Sistema de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales para comunidad rural de Sogay–Yarabamba*. Universidad Católica de Santa María, Sogay–Yarabamba. Obtenido de file:///C:/Users/user/Downloads/45.0205.IC.pdf

Rodríguez , R., Martínez , C., & Hernández , D. (2003). *Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica*. Rev Esp Salud Pública 2003.

Sanchez, D. (2016). *Calidad de agua y su control*. Obtenido de <http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11>.

Sánchez, L., & Álvarez, R. (2020). *Evaluación de sistemas de abastecimiento en zonas rurales altoandinas*. Revista de Ingeniería y Saneamiento.

Sanfeliú, J. (2001). *Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: Estudio Socioeconómico*. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES). , San Salvador.

Sawyer, C., & Mc Carty. (2001). *Química para Ingeniería Ambiental* . Colombia: Mc Graw Hill.

Schmidt, F. (2017). *Calidad del agua y percepción de los usuarios en las zonas rurales de Tanzania*. University of Dar es Salaam.

Stevens, R. (2019). *Evaluación de los sistemas rurales de agua potable y la calidad microbiana en comunidades andinas del Ecuador*. Universidad San Francisco de Quito, Quito - Ecuador.

UNICEF. (2021). *Agua, saneamiento e higiene: Informe mundial*. Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.



- Vega, A., & Huamán, R. (2020). *Gestión comunitaria del agua y percepción social del servicio en comunidades rurales altoandinas*. Revista de Desarrollo y Sostenibilidad.
- Vidal, M., López, A., Santoalla, M., & Vallejos, V. (2000). *Factor analyses for the water resources contamination due to the use the livestock slurries as fertilizers agricultural water managerment*.
- Wagner, Shillings , & Libra. (2000). *Contaminación, causas y efectos*. México.: Ediciones Garnika.
- Zea , M. N. (2010). *Tecnología de aguas/Tratamiento y control de calidad*. 3a edición. Editorial ECONOCOPY, Facultad de Ingeniería Química de la UNA - Puno. 198 p. Puno.



ANEXOS

ANEXO 1.

Panel fotográfico.



Fotografía 1. Vista panorámica de las captaciones 1 y 2 del sistema de agua potable.



Fotografía 2. Verificación estructural de la captación 1 del sistema de abastecimiento.



Fotografía 3. Evaluación de la captación 3 y registro de datos en campo.



Fotografía 4. Inspección de la válvula del sistema de abastecimiento de Quinta Callacallani.



Fotografía 5. Inspección del reservorio y evaluación de condiciones operativas.



Fotografía 6. Toma de muestra en punto de distribución (vivienda) para análisis físico-químico.



Fotografía 7. Aplicación del cuestionario a usuario 1 durante la evaluación del nivel de satisfacción.



Fotografía 8. Aplicación del cuestionario a usuario 2 sobre prácticas de uso y percepción del servicio.



ANEXO 2.

Checklist de verificación de las condiciones actuales del sistema de
abastecimiento de agua potable.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Checklist de verificación de las condiciones actuales del sistema de abastecimiento de agua potable

Datos generales:

Fecha de aplicación:

Lugar: Comunidad de Quinta Callacallani – Distrito y Provincia de Huancané.

Componentes evaluados:

☐ Captación ☐ Conducción ☐ Almacenamiento (Reservorio) ☐ Distribución

☐ Gestión operativa (JASS)

Técnica empleada: Observación directa en campo.

Instrumento: Checklist técnico de verificación.

Responsable de aplicación:

.....

Componente	Criterio de evaluación	Observaciones / Evidencia
I. CAPTACIÓN		
1. La captación cuenta con sello sanitario y tapa hermética.		
2. Existe cercado perimétrico que impide el ingreso de animales o personas ajenas.		
3. Se observa protección del área de recarga (sin contaminación cercana ni pastoreo).		
4. El material de la estructura (concreto, piedra, HDPE) está en buen estado y sin filtraciones.		
5. Existe canal o drenaje de coronación que evita ingreso de aguas superficiales.		



6. Se realiza limpieza y mantenimiento periódico del punto de captación.		
II. CONDUCCIÓN		
7. La línea de conducción está señalizada y libre de roturas o fugas visibles.		
8. La tubería utilizada es adecuada al terreno y presión de trabajo (PVC, PEAD, etc.).		
9. Existen válvulas de purga y aireación en los puntos altos y bajos del sistema.		
10. Se dispone de soporte o anclajes en zonas con pendiente pronunciada.		
11. No existen conexiones clandestinas en la línea de conducción.		
III. ALMACENAMIENTO (RESERVORIO)		
12. El reservorio presenta buena condición estructural (sin fisuras ni filtraciones).		
13. Posee tapa sanitaria y ventilación protegida con malla.		
14. El rebose y drenaje funcionan correctamente.		
15. Se cuenta con válvula de entrada, salida y limpieza en buen estado.		
16. Existe registro de limpieza y desinfección periódica (mínimo 2 veces/año).		
IV. DISTRIBUCIÓN		
17. Las redes de distribución no presentan fugas visibles ni pérdidas de presión.		
18. El material de la red es compatible con agua potable (PVC, PEAD).		
19. Existe válvula de control o sectorización para mantenimiento.		
20. Las conexiones domiciliarias están formalmente instaladas y operativas.		



21. Se garantiza continuidad del servicio (horas de abastecimiento diarias).		
22. Los usuarios disponen de presión adecuada según ubicación (≥ 10 m.c.a. según OS.090).		
V. GESTIÓN OPERATIVA (complementario)		
23. Existe una JASS o comité de agua formalmente constituido y activo.		
24. Se lleva registro de mantenimiento y reparaciones.		
25. Se dispone de tarifas o cuotas mensuales para sostenibilidad del servicio.		

Nota. El presente checklist se elaboró conforme a la Guía para la Evaluación y Diagnóstico de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el Ámbito Rural (MVCS, 2019), el Manual de Operación y Mantenimiento de Sistemas de Agua Potable Rural (MVCS, 2018) y la Norma OS.090 – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones. Cada ítem fue evaluado de manera visual y funcional según el grado de cumplimiento observado en campo, aplicando los siguientes criterios: “Sí cumple”, cuando el componente o condición cumple completamente con los criterios técnicos y operativos establecidos y se encuentra en buen estado de funcionamiento; “Cumple parcialmente”, cuando el componente cumple de manera parcial o presenta deficiencias menores que no afectan significativamente el sistema, aunque requieren mantenimiento preventivo; y “No cumple”, cuando el componente no cumple con las condiciones mínimas requeridas o presenta deficiencias graves que comprometen la funcionalidad del sistema.



ANEXO 3.

Cuestionario de encuesta aplicado a los usuarios del sistema de agua potable.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Cuestionario de encuesta aplicado a los usuarios del sistema de agua potable

Datos generales del encuestado:

Fecha:

Nombre del encuestado:

.....

Dirección / Sector:

.....

N.º de integrantes en la vivienda:

.....

Años de residencia en la comunidad:

.....

¿Cuenta con conexión domiciliaria de agua potable? ☐ Sí ☐ No

Responsable de la aplicación:

.....

Instrucciones:

El presente cuestionario tiene por finalidad recopilar información sobre la percepción y hábitos de los usuarios respecto al servicio de agua potable. Las respuestas son confidenciales y serán utilizadas únicamente con fines académicos. Marque con un aspa (☒) la alternativa que considere adecuada o escriba su respuesta cuando se indique.

SECCIÓN A. NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO:

Nº	Pregunta	Alternativas de respuesta
1	¿Con qué frecuencia recibe agua en su vivienda?	☐ Todos los días ☐ Algunos días ☐ Rara vez ☐ Nunca
2	¿Durante el abastecimiento, el agua llega con buena presión?	☐ Sí, siempre ☐ A veces ☐ No
3	¿Está satisfecho con la continuidad del servicio (horas de agua al día)?	☐ Muy satisfecho ☐ Satisfecho ☐ Poco satisfecho ☐ Insatisfecho



4	¿Cómo califica la calidad del agua que recibe (color, olor, sabor)?	☐ Buena ☐ Regular ☐ Mala
5	¿Confía en que el agua es apta para el consumo humano?	☐ Sí ☐ No ☐ No sabe
6	¿Está conforme con la atención o apoyo que brinda la JASS ante problemas del servicio?	☐ Sí ☐ A veces ☐ No
7	En general, ¿cómo califica el servicio de agua potable en su comunidad?	☐ Bueno ☐ Regular ☐ Deficiente

SECCIÓN B. PRÁCTICAS DE USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA:

Nº	Pregunta	Alternativas de respuesta
8	¿Cierra el caño mientras se cepilla o lava utensilios?	☐ Sí ☐ A veces ☐ No
9	¿Utiliza recipientes tapados para almacenar agua?	☐ Sí ☐ A veces ☐ No
10	¿Lava el tanque o balde donde almacena agua?	☐ Sí, frecuentemente ☐ A veces ☐ Nunca
11	¿Participa en campañas o faenas de limpieza del sistema de agua?	☐ Sí ☐ No
12	¿Considera importante cuidar y no desperdiciar el agua?	☐ Sí ☐ No
13	¿Reutiliza el agua (por ejemplo, para riego o limpieza)?	☐ Sí ☐ No
14	¿Conoce el origen del agua que utiliza (manantial, reservorio, etc.)?	☐ Sí ☐ No

SECCIÓN C. ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE GESTIÓN:

Nº	Pregunta	Alternativas de respuesta
15	¿Realiza el pago mensual por el servicio de agua potable?	☐ Sí ☐ A veces ☐ No
16	¿Considera justa la tarifa actual que paga por el servicio?	☐ Sí ☐ No ☐ No sabe
17	¿Conoce en qué se utiliza el dinero recaudado por las cuotas?	☐ Sí ☐ No



18	¿La JASS realiza reuniones o asambleas para informar sobre el sistema?	☐ Sí, regularmente ☐ Ocasionalmente ☐ Nunca
19	¿Participa usted en dichas reuniones?	☐ Sí ☐ A veces ☐ No

SECCIÓN D. OPINIÓN GENERAL DEL USUARIO

Nº	Pregunta	Alternativas de respuesta
20	¿Qué aspectos del servicio considera que deberían mejorarse?	
21	¿Tiene confianza en consumir directamente el agua del caño? ¿Por qué?	
22	¿Desea agregar algún comentario o sugerencia sobre el servicio?	

ANEXO 4.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

ANEXO I

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N° org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

ANEXO II

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE
CALIDAD ORGANOLÉPTICA

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	$\mu\text{mho/cm}$	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mg L^{-1}	1 000
8. Cloruros	$\text{mg Cl}^{-} \text{ L}^{-1}$	250
9. Sulfatos	$\text{mg SO}_4^{=} \text{ L}^{-1}$	250
10. Dureza total	$\text{mg CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$	500
11. Amoníaco	mg N L^{-1}	1,5
12. Hierro	mg Fe L^{-1}	0,3
13. Manganeseo	mg Mn L^{-1}	0,4
14. Aluminio	mg Al L^{-1}	0,2
15. Cobre	mg Cu L^{-1}	2,0
16. Zinc	mg Zn L^{-1}	3,0
17. Sodio	mg Na L^{-1}	200

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad



ANEXO 5.

Respuestas del cuestionario de encuesta aplicado a los usuarios del sistema de agua potable.

Aspecto s a evaluar		Viviendas evaluadas																											
		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21	V22	V23	V24	V25	V26	V27	
SECCIÓN A. NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL SERVICIO																													
N º	Preg unta																												
1	¿Con qué frecue ncia recibe agua en su vivien da?	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todo s los días	Todos los días	Todos los días	Todo s los días	Todos los días	Todo s los días	Todos los días	Todo s los días	Todos los días	Todos los días	Todo s los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días	Todos los días
2	¿Dura nte el abast ecimi ento, el agua llega con buena presi ón?	A veces	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A vece s	Sí	Sí	A veces	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	A vece s
3	¿Está satisf echo con la contin uidad del servic io (hora s de agua al día)?	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satis fecho	Satisf echo	Satisf echo	Muy satisf echo	Satisf echo	Muy satisf echo	Satisf echo	Muy satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satis fecho	Muy satisf echo	Muy satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Muy satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satisf echo	Satis fecho
4	¿Cóm o calific a la calida d del agua que recibe (color, olor, sabor)?	Buena	Buena	Buena	Buen a	Buena	Buena	Buen a	Buena	Buen a	Buena	Buen a	Buena	Buena	Buen a	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buen a	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena	Regul ar	Regul ar



5	¿Confía en que el agua es apta para el consumo humano?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
6	¿Está conforme con la atención o apoyo que brinda la JASS ante problemas del servicio?	Sí	Sí	A veces	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces
7	En general, ¿cómo califica el servicio de agua potable en su comunidad?	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Regular
SECCIÓN B. PRÁCTICAS DE USO Y CONSERVACIÓN DEL AGUA																											
Nº	Pregunta																										
8	¿Cierra el caño mientras se cepilla o lava utensilios?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	A veces
9	¿Utiliza recipientes tapados	Sí	A veces	Sí	Sí	A veces	A veces	A veces	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	A veces



SECCIÓN C. ASPECTOS ECONÓMICOS Y DE GESTIÓN									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--



15	¿Realiza el pago mensual por el servicio de agua potable?	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No
16	¿Considera justa la tarifa actual que paga por el servicio?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
17	¿Conoce en qué se utiliza el dinero recaudado por las cuotas?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
18	¿La JASS realiza reuniones o asambleas para informar sobre el sistema?	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Ocasionalmente	Sí, regularmente	Sí, regularmente
19	¿Participa usted en dichas reuniones?	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	A veces	Sí	Sí	Sí	A veces



ANEXO 6. EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
¿Cuál es el estado del sistema de abastecimiento de agua potable y de la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025? PROBLEMAS ESPECÍFICOS 1) ¿Cuál es el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución? 2) ¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano y cómo se relacionan con la normativa sanitaria vigente? 3) ¿Cuál es el nivel de satisfacción de los usuarios y cuáles son sus prácticas de uso del agua en la comunidad de Quinta Callacallani?	Evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable y la calidad sanitaria del agua en la comunidad de Quinta Callacallani, provincia de Huancané, 2025. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1) Diagnosticar el estado actual del sistema de abastecimiento de agua potable, considerando sus componentes de captación, conducción, almacenamiento y distribución. 2) Determinar la concentración de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos del agua destinada al consumo humano, conforme a la normativa sanitaria vigente. 3) Analizar el nivel de satisfacción y las prácticas de uso del agua por parte de los usuarios de la comunidad de Quinta Callacallani.	Este estudio no requiere la formulación de hipótesis porque se trata de una investigación descriptiva y evaluativa, cuyo propósito es diagnosticar y caracterizar el estado de la red de agua y la pureza del recurso, sin buscar relaciones causales ni comprobar variables	Variable de interés: Calidad del servicio de abastecimiento de agua potable. Variable de caracterización: Nivel de satisfacción y prácticas de uso del agua de los usuarios	Tipo de investigación. El tipo de investigación es descriptiva, puesto que el propósito central es detallar, analizar y documentar las características y condiciones reales del sistema de abastecimiento de agua potable y de la calidad sanitaria del agua destinada al consumo humano en Quinta Callacallani. Enfoque de la investigación El enfoque de investigación es cuantitativo, dado que se centra en la recolección de datos medibles provenientes de análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua, inspecciones técnicas del sistema de abastecimiento y aplicación de encuestas estructuradas a los usuarios del servicio.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MIGUEL A. MORALES ARIZACA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81–100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

92.05%



Miguel A. Morales Arizaca
ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
CIP. 312564



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	LUDVER EFRAIN QUILLÉ SALGUERO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

90.35%

LUDVER EFRAIN QUILLÉ SALGUERO
Ingeniero Sanitario y Ambiental
CIP N° 268706



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	SILVIA V. QUISPE LAURA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

II. PUNTOS DE VALIDACION

DIMENSIONES	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENA	MUY BUENA	EXCELENTE
		0 – 20%	21 – 40%	41 – 60%	61 – 80%	81 – 100%
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje apropiado					99%
2. OBJETIVIDAD	Esta expresado en base a la realidad local					99%
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia					98%
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica					98%
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en calidad y calidad					98%
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para la mejora de las unidades de estudio					98%
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teóricos - científicos					98%
8. COHERENCIA	Entre los índices indicadores y las dimensiones					98%
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnostico					98%

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ☒
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ☐

IV. PROMEDIO DE VALORACION:

93.25%



SILVIA V. QUISPE LAURA
INGENIERO SANITARIO Y
AMBIENTAL
CIP: 369398



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 30 - 01 - 2026

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: ANA MARILU LUQUE BATALLANOS

Dirección: COM. QUINTA CALLACALLANI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 45320680

Teléfono: 902 980 180 email: marianalu1004@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Ing. ADWAR RANULFO SANCHEZ CARREON

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y CALIDAD SANITARIA DE AGUA, DE LA COMUNIDAD QUINTA CALLACALLANI, HUANCANÉ 2025

Palabras claves, (3 a 5 términos): AGUA POTABLE, CALIDAD SANITARIA, SISTEMA RURAL, JASS, SATISFACCIÓN DEL USUARIO

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

1

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:**a) Licencia estándar:**

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☐ Sí autorizo
- ☒ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: CONTAMINACIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL - P22

Firma de Autor



huella digital

30 - 01 - 2026

Fecha