



Universidad Científica del Perú - UCP
Registrada en el Asiento N° 10001 de la Partida N° 11000010, personas jurídicas de derecho, Superintendencia de los Registros Públicos - SRIJAP

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE
INGENIERIA CIVIL**

TESIS

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL
DISTRITO DE JERILLO Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD,
2024”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES: BACH. MARIO JACKSON WAMPANKIT
ARZUBIALDE**

BACH. JORGE RAUL PINTO USHÑAHUA

ASESOR: M.Sc. ING. JESUS OCAÑA APONTE

Tarapoto – San Martín –

Perú 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 913-2024-UCP-FCEI, del 07 de octubre del 2024, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 261-2026-UCP-FCEI, del 16 de marzo del 2026, se autorizó la sustentación.

Siendo las 10:00 a.m. del día 20 de marzo del 2026, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE JERILLO Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD, 2024"**.

Presentado por:

MARIO JACKSON WAMPANKIT ARZUBIALDE
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

JORGE RAUL PINTO USHINAHUA
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

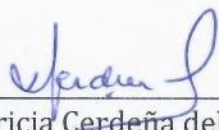
Asesor: Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. Sc.

Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

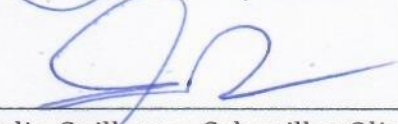
La sustentación es: Aprobada por Mayore

A las 12:00 horas culminó el acto público.

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Carmen Patricia Cerdas del Águila, Dra.
Presidente del Jurado


Ing. Ulises Octavio Irigoin Cabrera, M. Sc.
Miembro del jurado


Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr.
Miembro del jurado



“Año de la Esperanza y el Fortalecimiento de la Democracia”

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ – UCP**

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO
DE JERILLO Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD, 2024”**

De los alumnos: **MARIO JACKSON WAMPANKIT ARZUBIALDE Y RAUL PINTO USHIÑAHUA**, de la Facultad de Ciencias de Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **10% de similitud**. Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 28 de enero del 2026.

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Jorge L. Tapullima Flores', is written over a horizontal line.

**Presidente del Comité de Ética e
Integridad Científica
Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores**

UCP_INGENIERIA_CIVIL_2025_TESIS_MARIO_WAMPANKIT_RAUL_PINTO_V2

10%
Textos
sospechosos

1% Similitudes

0 % similitudes entre comillas

0 % entre las fuentes mencionadas

1% Idiomas no reconocidos

8% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: UCP_INGENIERIA_CIVIL_2025_TESIS_MARIO_WAMPANKIT_RAUL_PINTO_V2.docx ID del documento: 2572b3776dd0b1598799691d0b2b67544d76fd0a Tamaño del documento original: 1,9 MB	Depositante: Chris Angela Ramirez Flores Fecha de depósito: 26/1/2026 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 26/1/2026	Número de palabras: 19.163 Número de caracteres: 128.218
--	---	---



Fuentes de similitudes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Diseño de sistema de agua potable y su influencia en la calidad ... https://hdl.handle.net/20.500.12692/43496 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (49 palabras)
2	repositorio.uladech.edu.pe https://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/20.500.13032/33405/5/AGUA_POTABLE_SOLIS_... 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (44 palabras)
3	repositorio.urp.edu.pe Sistema de abastecimiento de agua potable y tratamien... https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/8536	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
4	Documento de otro usuario #6d6c06 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)
5	hdl.handle.net Propuesta de gestión de riesgos del proyecto mejoramiento de l... https://hdl.handle.net/20.500.12759/9196 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (34 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	hdl.handle.net Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico ... https://hdl.handle.net/20.500.13032/21453	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
2	hdl.handle.net Evaluación y mejoramiento del sistema de saneamiento básico ... https://hdl.handle.net/20.500.13032/16596	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (29 palabras)
3	hdl.handle.net Evaluaciones de riesgo para formulación y ejecución de la rehab... https://hdl.handle.net/20.500.12893/10577	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
4	Documento de otro usuario #c7fcb2 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (28 palabras)
5	Documento de otro usuario #2d1c12 Viene de de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)



HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

**BACHILLERES: MARIO JACKSON WAMPANKIT ARZUBIALDE Y JORGE RAUL
PINTO USHINAHUA**

**La Tesis sustentada en acto público el día 20 de marzo del 2026, a las 10:00 am,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cerdeña', is written above a horizontal line.

**ING. CARMEN PATRICIA CERDEÑA DEL ÁGUILA, DRA.
PRESIDENTE DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Irigoín', is written above a horizontal line.

**ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Cabanillas', is written above a horizontal line.

**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR.
MIEMBRO DE JURADO**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ocaña', is written above a horizontal line.

**ING. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. SC.
ASESOR**

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo, fruto del esfuerzo, perseverancia y compromiso, a nuestras familias, quienes han sido el pilar fundamental en cada etapa de nuestras vidas. A nuestros padres, por su amor incondicional, sacrificios y enseñanzas; por confiar en nosotros incluso en los momentos más difíciles.

También dedicamos esta tesis a todos aquellos que, de una u otra manera, creyeron en nosotros y nos motivaron a seguir adelante. Cada palabra escrita en estas páginas representa no solo un logro académico, sino también personal y emocional.

Finalmente, nos dedicamos este logro mutuamente, por el trabajo en equipo, la paciencia compartida y el compañerismo que nos permitió alcanzar esta meta.

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a Dios, por brindarnos la salud, sabiduría y fortaleza necesarias para culminar este proyecto.

Agradecemos profundamente a nuestras familias por su apoyo constante, por acompañarnos en los momentos de incertidumbre y celebrar con nosotros cada pequeño avance. Su cariño y comprensión han sido nuestro mayor impulso.

A nuestro asesor de tesis, Ing. Jesús Ocaña Aponte por su guía, compromiso y valiosas observaciones que enriquecieron nuestra investigación. Su experiencia y dedicación fueron clave para la culminación de este trabajo.

A nuestros docentes y a la Universidad, por brindarnos una formación académica sólida y por ser parte de nuestro crecimiento profesional.

Finalmente, a nuestros amigos y compañeros de estudios, por compartir este camino, por su ánimo, y por demostrarnos que los logros compartidos son los más gratificantes.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
HOJA DE APROBACIÓN.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
Resumen	11
Abstrac	12
CAPITULO I: MARCO TEORICO.....	13
1.1. Antecedentes del estudio.....	13
1.1.1. Ámbito internacional	13
1.1.2. Ámbito nacional	14
1.1.3. Ámbito local	16
1.2. Bases teóricas	18
1.2.1. Diseño de Sistemas de Agua Potable.....	18
1.2.2. Componentes de un Sistema de Agua Potable.....	20
1.2.3. Criterios Hidráulicos y Diseño de Redes	22
1.2.4. Estudio de Vulnerabilidad en Sistemas de Agua Potable.....	23
1.2.5. Normatividad y Estándares de Calidad del Agua	24
1.2.6. Tecnologías Emergentes en Abastecimiento de Agua	25
1.2.7. Importancia del Mantenimiento y Gestión de los Sistemas de Agua Potable	27
1.3. Definición de términos básicos	27
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	28

2.1.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	28
2.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	29
2.2.1.	Problema General.....	29
2.2.2.	Problemas Específicos	29
	¿Qué criterios técnicos deben incorporarse en el diseño de un sistema de agua potable que sea eficiente y sostenible?	29
2.3.	OBJETIVOS	29
2.3.1.	Objetivo General.....	29
2.3.2.	Diseñar un sistema de agua potable apropiado para el distrito de Jerillo, orientado a optimizar el acceso al recurso y a disminuir la vulnerabilidad sanitaria de su población durante el año 2024.	29
2.3.3.	Objetivos Específicos	29
2.4.	HIPÓTESIS	30
2.4.1.	Hipótesis General	30
2.4.2.	Hipótesis Específicas.....	30
2.5.	VARIABLES.....	30
2.5.1.	Identificación de Variables	30
2.5.2.	Definición Conceptual y Operacional de las Variables	30
2.5.3.	Operacionalización de las Variables	31
	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	32
3.1.	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.1.	Tipo de Investigación	32
3.1.2.	Diseño de Investigación.....	32
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	32
3.2.1.	Población.....	32
3.2.2.	Muestra	33

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos.....	33
3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos.....	33
3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos.....	34
3.3.4. Encuesta estructurada para evaluación del sistema de agua potable y vulnerabilidad.....	35
3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	41
3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA	41
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	42
4.1. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN	42
4.1.10.2. Peligros específicos sobre el agua	75
4.1.10.3. Peligros específicos sobre las excretas.....	75
Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en Jerillo	76
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	99
5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	99
5.2 CONCLUSIONES	104
5.2.1 INFORME DE ENSAYO	104
5.3 RECOMENDACIONES.....	107
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	109
ANEXOS.....	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Definición Conceptual y operacionalización de variables	30
Tabla N° 2 Operacionalización de las Variables.....	31
Tabla N° 3 Trayecto necesario para llegar a la localidad de Jerillo	45
Tabla N° 4 Datos para el cálculo del caudal.....	50
Tabla N° 5 Datos del diseño	51
Tabla N° 6 Tipos de caudal.....	52
Tabla N° 7 Caudal de diseño	52
Tabla N° 8 Calculo de dotación.....	53
Tabla N° 9 Parámetros	56
Tabla N° 10 Parámetros	57
Tabla N° 11 Filtro de lecho lento – Jerillo.....	59
Tabla N° 12 Volumen de almacenamiento	60
Tabla N° 13 Cálculo de volumen de almacenamiento	60
Tabla N° 14 Volumen de almacenamiento para la población proyectada.....	61
Tabla N° 15 Vegetación y fauna silvestre.....	63
Tabla N° 16 Material habitual en las edificaciones de Jerillo:	67
Tabla N° 17 Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en Jerillo	76
Tabla N° 18 Características de peligros	77
Tabla N° 19 Resultados de peligros que existen en la zona de nuestro proyecto	78
Tabla N° 20 Formato 1°: Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto (Jerillo)	79
Tabla N° 21 Formato 2°: Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto.....	80

Tabla N° 22 Formato 2°: Determinación del nivel de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y capacidad de respuesta (resiliencia)	81
Tabla N° 23 Tipología de peligros lluvias intensas	84
Tabla N° 24 Diagnóstico de la vulnerabilidad de los sistemas proyectados	85
Tabla N° 25 Identificación y análisis de respuestas a riesgos – localidad de Jerillo	85
Tabla N° 26 Formato para asignar los riesgos – Jerillo	87
Tabla N° 27 Identificar y analizar respuestas a riesgos	88
Tabla N° 28 Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo	88
Tabla N° 29 Plan de respuesta al riesgo – Jerillo	88
Tabla N° 30 Identificar y analizar respuestas a riesgos – Jerillo	89
Tabla N° 31 Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo	90
Tabla N° 32 Plan de respuesta al riesgo – Jerillo	90
Tabla N° 33 Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo	91
Tabla N° 34 Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo	92
Tabla N° 35 Formato para asignar los riesgos – Jerillo	92
Tabla N° 36 Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo	93
Tabla N° 37 Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo	94
Tabla N° 38 Formato para asignar los riesgos – Jerillo	94
Tabla N° 39 Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo	95
Tabla N° 40 Análisis del riesgo	96
Tabla N° 41 Formato para asignar los riesgos – Jerillo	96
Tabla N° 42 Control y Respuesta fases	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Red de abastecimiento de agua potable	19
Figura N° 2 Captación.....	20
Figura N° 3 Ubicación geográfica.....	42
Figura N° 4 Localidad de Jerillo	43
Figura N° 5 Vía de acceso	45
Figura N° 6 Población futura	49
Figura N° 7 Disponibilidad hídrica del manantial	51
Figura N° 8 Diámetro de tubo de ingreso	55
Figura N° 9 Altura de cámara húmeda	56
Figura N° 10 Diámetro de la canastilla	57
Figura N° 11 Perspectiva global de manejo de amenazas y fragilidad	62
Figura N° 12 Mapa de zonificación sísmica.....	70
Figura N° 13 Mapa de lluvias torrenciales y vientos fuertes	71
Figura N° 14 Lluvias intensas	72
Figura N° 15 Mapa de movimiento de masas	73
Figura N° 16 Mapa de haladas en el Perú	74
Figura N° 17 Localidad de Jerillo	113
Figura N° 18 Tramo de la Localidad de Jerillo	113

RESUMEN

Este análisis técnico-hidráulico, realizado para el sistema de suministro de agua potable en la población central de Jerillo, ratifica que el proyecto es viable en términos cualitativos y cuantitativos. Se comprobó que el río Mayo, la fuente hídrica elegida, tiene una oferta estable y suficiente para satisfacer las demandas presentes y futuras; de esta manera, se asegura la sostenibilidad del recurso. De igual manera, el agua contó con parámetros normativos acerca de la calidad, siendo el recurso apto para consumo humano mediante una cloración básica. El diseño propuesto aportó una solución técnica eficiente manifestada por captación por gravedad, filtros de lecho lento, y la red de distribución acorde a las geografía del lugar sitopsis... Se proyectó una infraestructura con un horizonte al 2030, considerando el crecimiento demográfico y características de resiliencia ante eventos y actos amenazantes. El análisis de riesgo contribuyó en una mejora de las condiciones plasmadas bajo medidas de mitigación, otorgando mayor seguridad e indicando que país. Desde el aspecto socioeconómico, se halló a una comunidad con limitados recursos económicos, pero con disponibilidad para trabajar en conjunto con los constructores. La inclusión de una planta de tratamiento de aguas residuales dentro del proyecto mejora la salud pública al reducir enfermedades relacionadas con el recurso hídrico. Recomendaciones enfocan en la creación de un plan de mantenimiento preventivo, capacitación continua, alianza institucional y se sugiere un monitoreo comunitario. Así como también el reforzamiento de campos de control hidráulico y un fondo de ahorro que garantiza la sostenibilidad económica del sistema. Por último, la aplicación del presente trabajo a otras poblaciones y comunidades rurales debe ser reforzada como un modelo de abastecimiento integral, el cual dará lugar al cierre de brechas en infraestructura básica y salud publica en la Región San Martín.

Palabras claves

Abastecimiento de agua potable; Sostenibilidad hídrica; Infraestructura rural; Gestión comunitaria y Salud pública.

ABSTRAC

This hydraulic-technical study, applicable to the drinking water supply system of a small town (Jerillo), confirms the total viability, both from a quantitative and qualitative point of view. The hydrological analysis found that the Mayo River, chosen as our water source, has adequate and consistent supply to support current and future usage, guaranteeing its sustainability. Moreover, water quality conforms to norms and is potable after simple chlorination.

The Facility design includes appropriate, effective technical solutions (including gravity collection system, slow-bed filters and a distribution network that agrees with the geographical characteristics of the site. The infrastructure was also planned with a 10-year horizon that included population growth and resilience to natural events and human induced threats. Mitigation was incorporated into the system and will increase safety and long term operation.

Socio-economically, a community with low economic resources but high interest in system management was recognized. Community engagement with the design and planning process was crucial to ensure the project matched real local needs. A WWTP was also built to ameliorate sanitation and decrease waterborne diseases.

The guidelines stress the importance of a preventive maintenance model, continuing education initiatives, institutional agreements, and participation in monitoring. It is further recommended to enhance water guard facilities and set up a financial fund for financial sustainability of the system. Finally, they suggest that this experience could be reproduced in other rural communities as a model for comprehensive drinking water management and may contribute to reducing the gap in infrastructure and health care coverage between San Martín and the rest of Peru's departments.

Keywords

Drinking water supply; Water sustainability; Rural infrastructure; Community management; and Public health.

CAPITULO I: MARCO TEORICO

1.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Este programa pone a tu disposición una recopilación de referencias, análisis y conclusiones de estudios anteriores que están directamente relacionados con los objetivos del trabajo de investigación; estas investigaciones provienen de distintos contextos y puntos de vista, tanto del ámbito internacional como del nacional y local; gracias a ello, se construye una base sólida que te permitirá comprender mejor el tema y avanzar con seguridad en el desarrollo de tu propia investigación.

1.1.1. Ámbito internacional

- Medina (2022) examinó el estado de los sistemas de agua en comunidades rurales y encontró que muchos presentaban deficiencias que afectaban directamente la calidad del agua consumida; para solucionarlo, propuso la implementación de sistemas de tratamiento con sedimentadores, filtros y cloradores, apoyándose en herramientas digitales para garantizar su eficiencia; además, analizó la topografía del terreno para determinar la ubicación más adecuada de las tuberías, tomando en cuenta factores como la presión y velocidad del agua; estas medidas permitieron avanzar hacia un sistema más seguro y funcional.
- Moreno (2024) Finalmente, ella propuso un diseño simple que abastece de agua una región seca cerca de Merzouga, un centro turístico con poco acceso al agua potable. Lo especial del diseño es que fue diseñado de tal forma que los estudiantes de secundaria pudieran planificarlo y diseñarlo, y combinar conocimiento teórico en la escuela con experiencia práctica. Así, el proyecto también busca desarrollar habilidades tales como trabajo en equipo, creatividad y razonamiento crítico al demostrar cómo la ciencia puede ayudar a resolver problemas sociales.
- En el caso de Villagrán (2024), su investigación se centró en el municipio de San Miguel Petapa; a partir de un diagnóstico detallado del área, diseñó un sistema de abastecimiento para una colonia específica y analizó el uso del suelo en otra zona del municipio; para esto, utilizó el software Quantum GIS, lo que le permitió digitalizar y organizar la información geográfica de manera

eficiente; además, elaboró los planos técnicos, presupuestos y cronogramas para concretar los proyectos.

- Sajché (2023) desarrolló un estudio en la aldea Chirreocob, Alta Verapaz, orientado a fortalecer el acceso a agua potable. El trabajo se estructuró en dos etapas: en primer lugar, se realizó un diagnóstico de la situación existente de los servicios básicos; posteriormente, se formuló el diseño del sistema de distribución. Esta propuesta incorporó los cálculos técnicos correspondientes, la selección de materiales, la estimación de mano de obra y la elaboración del presupuesto. Además, se planteó una tarifa socialmente asequible a partir del análisis económico de la comunidad, con la finalidad de garantizar la operación y el mantenimiento del sistema bajo criterios de sostenibilidad.
- Reinoso (2023) evaluó el sistema de agua potable del cantón Píllaro y determinó que una parte importante de la infraestructura presentaba un desgaste considerable, al haber cumplido ya su vida útil para el fin previsto, además de evidenciar fallas relevantes. A partir del levantamiento de información y de inspecciones técnicas en campo, se recomendó la construcción de un nuevo tanque de almacenamiento, considerando que la planta existente ya había alcanzado su capacidad operativa. En conjunto, la propuesta se orienta a optimizar el funcionamiento del sistema y a garantizar un acceso más confiable al agua para la población

1.1.2. Ámbito nacional

- Feria (2022) desarrolló un proyecto para mejorar el suministro de agua potable en el sector El Laurel, distrito de Jilili, provincia de Ayabaca, Piura. El estudio tuvo como finalidad identificar las deficiencias en el acceso al agua y plantear soluciones adecuadas. Se tomó en cuenta la falta de infraestructura en zonas rurales y su impacto en la salud pública. La propuesta incluyó la instalación de una línea de conducción con tubería PVC SAP CLASE 10 de 1 ½" de diámetro y 647.51 metros de longitud, así como redes de distribución con tubería de 1" de diámetro y 1,016.05 metros de extensión. Se registraron velocidades en la tubería entre 0.27 m/s y 2.44 m/s, con presiones de 11.60 m.H₂O a 25.30 m.H₂O. Además, se diseñó un tanque de almacenamiento de concreto armado con capacidad de 15 m³ y se incorporaron tres cámaras rompe presión en la

red de distribución. El análisis físico-químico del agua confirmó su aptitud para el consumo humano.

- Flores y Changanahui (2019) diseñaron un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado para el centro poblado de Madean, distrito de Madean, provincia de Yauyos, región Lima . En los aspectos de estudio, se realizaron levantamientos topográficos, se analizaron suelos, se estudió la calidad de agua, donde se encontró Pichag Puquio y Suenag Rumi como lugares habilitados para el consumo, y se estudió el impacto ambiental desde el cual se encontró una alta vulnerabilidad en la captación y las redes distribuidoras, lubricante. El diseño incluye una captación en ladera, líneas de conducción, un reservorio, redes distribuidoras de agua, un sistema de alcantarillado con tuberías y un sistema de tratamiento adecuado.
- Puccio (2022) El estudiante realizó un estudio con el fin de permitir el diseño de un sistema de agua potable para el pueblo joven Las Mercedes, usando el software WaterCAD. El estudio permitió evaluar el estado de las redes de tuberías existentes, ya que habían superado su vida útil y necesitaban ser rediseñadas debido al crecimiento de la población y del uso. El análisis consideró los aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales de las causas de la problemática para entenderla en su totalidad; su proyecto tuvo un enfoque descriptivo al intentar describir en detalle la situación actual de la infraestructura de agua en la zona.
- Becerra y Puelles (2021) realizaron un estudio orientado al diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, estructurado como un expediente técnico en ingeniería civil; la investigación adoptó una metodología no experimental con enfoque mixto y descriptivo, con el propósito de evaluar la situación del área de estudio; para ello, se desarrollaron estudios fundamentales de ingeniería, como análisis topográfico, mecánica de suelos, impacto ambiental, hidrología e hidráulica; asimismo, se llevó a cabo el diseño de las obras hidráulicas y la formulación del presupuesto del proyecto.
- Villacorta (2023) realizó un estudio enfocado en mejorar el abastecimiento de agua potable en comunidades rurales; la investigación se desarrolló en los caseríos de Antapurhuay y Yanamito, ubicados en el distrito y provincia de Recuay, en el departamento de Áncash; para recopilar información, se aplicaron encuestas y se llevó a cabo observación directa en el lugar; el estudio

tuvo un enfoque cualitativo, con un diseño descriptivo y transversal; los datos obtenidos fueron organizados y analizados mediante cuadros y gráficos; los resultados indicaron que el sistema de abastecimiento de agua potable en ambas localidades presentaba serias deficiencias, desde problemas en la captación hasta la falta de mantenimiento, lo que afectaba la calidad del servicio y la salud de la población.

1.1.3. Ámbito local

- Navas (2024) llevó a cabo un estudio para mejorar el sistema de agua potable en la localidad de Huañipo, distrito de Tingo de Ponaza, provincia de Picota, San Martín; antes del diseño, se realizaron estudios de topografía, suelos y medio ambiente, aplicando las normativas hidráulicas y estructurales correspondientes; el proyecto beneficiaría a 1,111 habitantes con la construcción de cámaras de toma, líneas de conducción, plantas de tratamiento, redes de distribución y reservorios de 60 m³ y 15 m³; la fuente de captación, la Quebrada Chambira, con un caudal de 44 l/s, fue considerada suficiente para cubrir la demanda proyectada; además, el diseño planteó una reducción del 25% en las pérdidas de agua y garantizó su calidad para el consumo humano, destacando la importancia de una adecuada gestión ambiental; en general, la propuesta presentó una solución integral para mejorar el acceso al agua potable en la zona.
- Garay y Alva (2024) Para cumplir con dicho objetivo, realizaron una investigación con un enfoque descriptivo y correlacional; diseño no experimental y método aplicativo. Se contempló el análisis de la dotación diaria de agua potable en la zona urbana de estudio, para lo cual se emplearon técnicas como fichas de observación y entrevistas para el recojo de información. Con la elaboración del balance hídrico se constató que las fuentes de “Amiño Blanco” cuentan con “excedentes hídricos” en todo el año, lo que hace factible el proyecto. Posteriormente se procederá a: la optimización de la infraestructura de abastecimiento. Se brindará una mejor calidad y cantidad de agua potable a la población beneficiaria.
- Araujo y Gil (2024) abordaron el mejoramiento de la red de agua potable de Pamashto, Lamas, San Martín, Perú. A nivel nacional, se evidencia un

problema de desabastecimiento de agua, el cual se debe a la espuria presencia y mal estado de la infraestructura. En Pamashto, la insuficiencia de la red de distribución ha llevado a lo observado. Proyectaron para 2043 una población de 3 696 habitantes, que generar una demanda de 5.6518 Lts/seg. La interferencia es la demanda calculada, ya que el caudal de aforo fija a 25 Lts/seg, cantidad suficiente para garantizar un suministro continuo. La cantidad ofertada por el acuífero, equivale a 788 400 m³ anuales, mientras que la demanda es de 178 235 m³ al año con lo que se llega a un excedente de 610 165 m³ anuales. Recomendaron cambiar las redes de distribución y aumentar el tamaño del reservorio de 96.21 m³ a 160 m³ para evitar desabastecimiento. La simulación hidráulica evidenció que el 86.72% de las velocidades se mantuvo dentro de los rangos de aceptación establecidos, mientras que el 83.02% de los nodos evaluados cumplió con los criterios normativos de presión.

- Saavedra y Moncada (2024) Rediseñaron el sistema de agua potable en el sector La Planicie, distrito de Morales, provincia de San Martín con el objetivo de mejorar la calidad del servicio. Realizaron una simulación hidráulica basada en los estudios topográficos y el diseño de la red mediante una bomba de ariete. En la etapa inicial efectuaron los análisis topográficos y cálculos hidráulicos, determinando un caudal de diseño de 6.15 l/s. Se implementó el sistema de distribución por gravedad, añadiendo un reservorio de 106.20 m³, tuberías de 4" y una salida de 1/2". La simulación hidráulica con WaterCAD arrojó una velocidad máxima de 2.21 m/s y presiones entre 39.12 y 10.06 mmH₂O en los distintos nodos. Los resultados confirman la eficiencia del sistema y su cumplimiento con las disposiciones actuales.
- Longa y Dueñas (2024) Realizaron un estudio cuyo objetivo fue la optimización y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable en la localidad de Pachiza, distrito de Pachiza, provincia de Mariscal Cáceres, San Martín; investigación considerada con un enfoque descriptivo y aplicativo; mediante este estudio, se mejoró la infraestructura existente en términos de accesibilidad de los familiares al recurso mediante desagregación de información en el medio de un estudio de campo, identificado como fuente de abastecimiento del recurso hídrico superficial Lancetilla. Por tanto, este proyecto se llevará a cabo metiendo todos los componentes adecuados como la captación, el

desarenador, la línea de conducción, las válvulas de aire y purga, la cámara de ruptura de presión, el pase aéreo, el sedimentador, los filtros lentos, los sistema de desinfección, medidor de caudal, reservorio, la línea de aducción, las redes de distribución y las conexiones domiciliarias; sin embargo, la propuesta se basó en la viabilidad del servicio y las necesidades de la población para abordar la situación de calidad del abastecimiento de agua, promover el desarrollo local y garantizar las condiciones de vida adecuadas para los habitantes.

1.2. BASES TEÓRICAS

1.2.1. Diseño de Sistemas de Agua Potable

El diseño de un sistema de agua potable trasciende lo meramente técnico: implica, ante todo, una responsabilidad social con la salud y el bienestar colectivo. Por ello, no puede improvisarse; exige una planificación rigurosa que asegure a la comunidad un abastecimiento seguro, continuo y eficiente. En términos generales, el ciclo del agua potable se organiza en etapas clave que deben articularse de manera coherente: la captación del recurso, su tratamiento para adecuarlo a los estándares de consumo humano, el almacenamiento para regular la oferta y, finalmente, la distribución. Cuando estas fases se diseñan y operan correctamente, se garantiza que el agua llegue a cada vivienda en condiciones aceptables para el consumo humano.

Un sistema de abastecimiento de agua está compuesto por diferentes partes que trabajan en conjunto; entre ellas se encuentran los puntos de captación, las redes de conducción, los reservorios de almacenamiento, las plantas de tratamiento y las redes de distribución; según la Organización Mundial de la Salud (2022), estos sistemas deben cumplir con ciertos parámetros esenciales: buena calidad del agua, cantidad suficiente y continuidad en el servicio, para poder cubrir las necesidades básicas de las personas de manera digna y segura; además, para que el sistema funcione de manera eficiente a largo plazo, es fundamental que el diseño tenga en cuenta no solo la demanda actual de agua, sino también la que habrá en el futuro; de esta forma, se asegura que la infraestructura construida sea capaz de responder al crecimiento poblacional y a los retos ambientales, manteniendo siempre un enfoque sostenible y comprometido con el bienestar de la comunidad..

Figura N° 1

Red de abastecimiento de agua potable



Nota. AM Group (2025)

1.2.1.1. Sistemas de abastecimiento por gravedad

Los sistemas de abastecimiento de agua por gravedad han sido ampliamente estudiados y utilizados en la ingeniería sanitaria y civil; según Arboleda (2015), estos sistemas permiten el transporte del agua sin necesidad de bombeo, aprovechando la diferencia de altura entre la fuente y el punto de distribución; son especialmente adecuados para zonas con topografía favorable y una fuente hídrica confiable ubicada a mayor altitud que el punto de consumo (González & Ramírez, 2017).

1.2.1.2. Sistemas de bombeo

Los mecanismos de impulsión constituyen una alternativa tecnológica utilizada para desplazar fluidos desde un sitio hacia otro, empleando aparatos que generan presión hidráulica; estos dispositivos, conocidos como bombas, permiten superar diferencias de nivel o largas distancias, siendo esenciales en situaciones donde no es viable el abastecimiento por desnivel natural; son fundamentales en infraestructuras hidráulicas urbanas, agrícolas e industriales, y su correcto funcionamiento depende del diseño adecuado, la operación eficiente y el mantenimiento periódico del sistema (López & Herrera, 2018).

1.2.2. Componentes de un Sistema de Agua Potable

Una estructura de distribución de líquido apto para el consumo humano está conformada por diversos elementos que trabajan de manera conjunta para garantizar el suministro continuo y seguro del recurso. Entre sus partes esenciales se encuentran la captación, donde se recoge el agua desde su origen; la conducción, que permite su traslado; el tratamiento, encargado de purificarla; el almacenamiento, que regula su disponibilidad; y la distribución, que entrega el fluido a los usuarios finales. Cada componente cumple una función específica e interdependiente dentro del conjunto general del sistema (Martínez & Pérez, 2016).

1.2.2.1. Captación

La toma es la primera etapa en un esquema de suministro de agua potable y se refiere al proceso mediante el cual se recolecta el recurso hídrico desde su punto de origen, ya sea una fuente superficial como ríos o lagos, o subterránea como manantiales o pozos; su procedimiento requiere infraestructura adecuada que permita obtener el líquido con eficiencia y protegerlo de impurezas o contaminantes, asegurando así su calidad para el tratamiento posterior; la captación debe diseñarse considerando el caudal disponible, la ubicación geográfica y las condiciones ambientales del entorno (Ramírez & Salazar, 2017).

Figura N° 2

Captación



Nota. AM Group (2025)

1.2.2.2. Línea de conducción

El trayecto de transporte corresponde al segmento del sistema encargado de trasladar el recurso hídrico desde el área de obtención hasta el punto de almacenamiento o tratamiento; este tramo suele estar compuesto por conductos cerrados, como tuberías de presión o canales cubiertos, diseñados para minimizar pérdidas y preservar la calidad del líquido; la selección del material, el diámetro de los conductos y la pendiente del terreno son factores determinantes para su desempeño eficaz y duradero (Torres & Mendoza, 2018).

1.2.2.3. Tratamiento

El proceso de depuración constituye una fase esencial dentro del conjunto de suministro de agua, cuyo propósito es eliminar agentes nocivos, partículas en suspensión y microorganismos presentes en el líquido recolectado; esta etapa se lleva a cabo mediante procedimientos físicos, químicos y biológicos que mejoran las condiciones del recurso para hacerlo seguro y apto para el consumo humano; la elección del método adecuado depende de la calidad original del agua y de los estándares sanitarios establecidos por las normativas vigentes (Gutiérrez & Navarro, 2019).

1.2.2.4. Almacenamiento

La conservación del recurso hídrico es una etapa crucial en los esquemas de abastecimiento, ya que permite regular el volumen disponible y garantizar un flujo constante hacia los puntos de consumo; esta fase se lleva a cabo mediante estructuras como tanques, cisternas o depósitos elevados, diseñados para mantener el agua en condiciones adecuadas antes de su distribución; el tamaño, el material y la localización de estas instalaciones dependen de la demanda de la población y del diseño hidráulico general del sistema (Ríos & Delgado, 2020).

1.2.2.5. Red de distribución

El entramado de reparto representa la fase final en un sistema de provisión de agua potable, encargado de llevar el líquido tratado hasta los usuarios finales; está compuesto por una serie de conductos, válvulas, conexiones y accesorios que permiten una entrega eficiente, segura y continua del recurso a domicilios, industrias y demás puntos de consumo; el diseño de esta red debe considerar aspectos como la presión, el caudal requerido, la topografía del área y el crecimiento poblacional proyectado (Castillo & Fuentes, 2021).

1.2.3. Criterios Hidráulicos y Diseño de Redes

Los lineamientos técnicos relacionados con el comportamiento del agua en movimiento son fundamentales para el desarrollo adecuado de sistemas de distribución; estos principios permiten calcular dimensiones, velocidades, presiones y pérdidas de carga dentro de las tuberías, garantizando así un funcionamiento eficaz y seguro del conjunto; el trazado de las redes debe contemplar aspectos como la topografía, la demanda estimada, los materiales a emplear y las condiciones operativas, con el fin de optimizar recursos y asegurar un servicio continuo y confiable (Morales & Castañeda, 2020).

1.2.3.1. Caudal de diseño

El flujo proyectado representa la cantidad de líquido estimada que debe circular por una red de abastecimiento en condiciones máximas de demanda; este valor se determina considerando variables como el número de habitantes, el tipo de consumo, el crecimiento poblacional esperado y factores de simultaneidad; establecer correctamente el caudal de diseño es esencial para dimensionar adecuadamente las tuberías, seleccionar los equipos y garantizar un funcionamiento eficiente del sistema sin interrupciones ni sobrecargas (Paredes & Molina, 2019).

1.2.3.2. Velocidades y presiones

Las magnitudes del desplazamiento del fluido y la fuerza interna que este ejerce dentro de las conducciones son parámetros fundamentales en el análisis y estructuración de redes hidráulicas; la velocidad debe mantenerse dentro de rangos adecuados para evitar desgastes prematuros, pérdidas de carga excesivas o acumulación de sedimentos; por su parte, la presión debe ser suficiente para garantizar la entrega eficiente del agua, sin provocar rupturas en los conductos ni afectar a los dispositivos conectados; un equilibrio entre estos factores asegura un sistema confiable y duradero (Fernández & Rivas, 2021).

1.2.3.3. Materiales de tuberías

Los insumos utilizados para la fabricación de conductos en los sistemas de distribución de agua tienen un papel determinante en el rendimiento, la durabilidad y los costos del proyecto; entre los más comunes se encuentran el policloruro de vinilo (PVC), el polietileno de alta densidad (PEAD), el hierro dúctil y el acero, cada uno con propiedades específicas como resistencia mecánica, flexibilidad, facilidad de

instalación y comportamiento frente a la corrosión; en La elección del material adecuado depende de factores como la presión de trabajo, el tipo de terreno, la vida útil esperada y el presupuesto disponible (Vega & Contreras, 2022).

1.2.4. Estudio de Vulnerabilidad en Sistemas de Agua Potable

El análisis de susceptibilidad en infraestructuras de suministro de agua consiste en identificar debilidades, amenazas y posibles fallas que puedan afectar la continuidad, calidad o disponibilidad del recurso hídrico; este diagnóstico considera factores como fenómenos naturales, fallos estructurales, contaminación, sabotajes o deficiencias operativas; evaluar la vulnerabilidad permite diseñar estrategias de mitigación, fortalecer la resiliencia del sistema y garantizar la provisión confiable del servicio ante situaciones adversas (Moreno & Quintero, 2021).

1.2.4.1. Vulnerabilidad física

La fragilidad física de un sistema de distribución de agua se refiere a las posibles fallas o daños que puedan ocurrir debido a factores como el envejecimiento de las infraestructuras, defectos en los materiales, el mal mantenimiento o el desgaste por el uso continuo; estos problemas pueden originarse por eventos como terremotos, inundaciones, o incluso el deterioro natural de las tuberías y equipos. Identificar estos riesgos permite implementar medidas preventivas, como la rehabilitación de componentes o la sustitución de elementos obsoletos, con el fin de reducir las probabilidades de interrupciones en el servicio (Sánchez & Torres, 2019).

1.2.4.2. Vulnerabilidad operativa

La debilidad operativa de un sistema de distribución de agua hace referencia a las limitaciones o fallos que pueden ocurrir debido a deficiencias en la gestión, la falta de capacitación del personal, errores en la planificación o fallos en los procedimientos de operación y mantenimiento; estos problemas pueden comprometer la eficiencia del servicio, causar interrupciones o generar problemas en la calidad del agua suministrada; evaluar y abordar estos aspectos operativos permite mejorar la eficacia del sistema, optimizar recursos y minimizar los impactos en la comunidad (González & Vargas, 2020).

1.2.4.3. Vulnerabilidad ambiental

La fragilidad ambiental en los sistemas de abastecimiento de agua hace referencia a los riesgos que surgen debido a factores naturales y actividades humanas que afectan la fuente de agua, el entorno circundante y los ecosistemas; estos factores incluyen la contaminación, la sobreexplotación de los recursos hídricos, los cambios climáticos o la destrucción de cuencas hidrográficas; evaluar la vulnerabilidad ambiental permite tomar medidas de conservación, mejorar la gestión de los recursos y desarrollar estrategias sostenibles para garantizar la disponibilidad del agua a largo plazo (Ramírez & Soto, 2021).

1.2.5. Normatividad y Estándares de Calidad del Agua

En los países, las regulaciones y directrices que establecen los parámetros para garantizar la potabilidad del agua son suficientemente esenciales para proteger la salud pública y el medio ambiente; además, definen los límites permisibles de diversos contaminantes, como microorganismos, metales pesados y compuestos químicos, para asegurar que el agua distribuida cumpla con los requisitos de seguridad y salubridad. Asimismo, dicha regulación, supervisada por autoridades sanitarias y ambientales, se aplica en diversas formas según las características del agua, las fuentes de abastecimiento y las condiciones locales. (Pérez & Martínez, 2020).

1.2.5.1. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

El Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) es un conjunto de disposiciones técnicas que establece los requisitos mínimos que deben cumplir las obras de construcción en relación con la seguridad, funcionalidad y habitabilidad; en cuanto a los sistemas hidráulicos, el RNE especifica las normas para el diseño, instalación y mantenimiento de las redes de distribución de agua potable, asegurando que cumplan con los estándares de calidad, eficiencia y durabilidad; estas regulaciones buscan proteger la integridad de las infraestructuras y la salud de los usuarios, garantizando el acceso adecuado al agua en edificaciones urbanas y rurales (García & Rodríguez, 2019).

1.2.5.2. Normas de calidad del agua potable según DIGESA

Las normativas establecidas por la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) definen los parámetros y límites permisibles para los diferentes componentes

presentes en el agua destinada al consumo humano; estas regulaciones incluyen requisitos para la presencia de microorganismos, productos químicos y metales pesados, con el objetivo de prevenir riesgos para la salud pública; DIGESA establece criterios específicos que garantizan la seguridad del agua potable, asegurando que el suministro cumpla con estándares internacionales de calidad y sea apto para el consumo sin generar efectos adversos en la salud de la población (Vargas & Díaz, 2021).

1.2.5.3. Guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS)

Las directrices emitidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) establecen los estándares internacionales para la calidad del agua potable, buscando proteger la salud humana y prevenir enfermedades asociadas al consumo de agua contaminada; estas guías incluyen valores máximos permitidos para diversos contaminantes, como bacterias patógenas, productos químicos y metales pesados; la OMS promueve que los sistemas de abastecimiento de agua en todo el mundo cumplan con estos criterios para asegurar que el agua distribuida sea segura, libre de riesgos y apta para el consumo (Pérez & García, 2018).

1.2.5.4. Normas técnicas de saneamiento del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Las disposiciones técnicas emitidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) establecen los requisitos y directrices para el diseño, ejecución y mantenimiento de sistemas de saneamiento y abastecimiento de agua en el ámbito nacional; estas normativas aseguran que las infraestructuras de saneamiento sean seguras, eficientes y adecuadas para el bienestar de la población, promoviendo el acceso universal al agua potable y al tratamiento adecuado de aguas residuales; además, se orientan a la protección del medio ambiente y la mejora de la calidad de vida de los habitantes (Cordero & Flores, 2020).

1.2.6. Tecnologías Emergentes en Abastecimiento de Agua

Las tecnologías emergentes en el ámbito del abastecimiento de agua son innovaciones recientes que buscan optimizar la distribución y gestión de los recursos hídricos a través de la implementación de métodos más avanzados, como la desalinización mejorada, reciclaje de agua sucia y los sistemas de monitoreo

inteligentes; estas soluciones técnicas mejoran la calidad del agua y disminuyen los desechos en un contexto de alta demanda y escases; así mismo, fomentan la sostenibilidad al implementar procesos que reducen el impacto ecológico en el ciclo del agua, facilitando la recuperación y conservación del recurso.

1.2.6.1. Uso de sensores y telemetría

La incorporación de sensores y sistemas de telemetría en el abastecimiento de agua facilita la recolección remota de datos sobre el desempeño y el estado operativo de los sistemas hidráulicos. Estas tecnologías aportan información en tiempo real acerca del caudal, la presión y, cuando corresponde, parámetros asociados a la calidad del agua, lo que fortalece una gestión más eficiente y basada en evidencia. Además, la monitorización continua permite identificar de forma temprana fallas, fugas o comportamientos anómalos; en consecuencia, las entidades responsables pueden actuar con mayor rapidez ante incidentes, incrementando la confiabilidad del servicio y contribuyendo a la sostenibilidad del sistema a largo plazo.

1.2.6.2. Desalinización y tratamiento avanzado

La desalinización y el tratamiento avanzado de agua son procesos tecnológicos en los cuales el agua salina o agua contaminada se convierte en agua apta para el consumo humano a través de procesos específicos; algunos ejemplos de estos procedimientos son la ósmosis inversa, que se encarga de extraer impurezas y sales mediante un filtro de membrana, y otros sistemas para purificar agua, los cuales contribuyen a la mejora de la calidad y seguridad del recurso; estas gracias las tecnologías al uso de dichas tecnologías agua se puede tener acceso a ella en lugares en los cuales el agua dulce es limitada, logrando abastecer en zonas áridas y contribuir a la sostenibilidad de recursos.

1.2.6.3. Reúto de aguas residuales tratadas

El reúso de aguas residuales tratadas consiste en la recuperación y reutilización del agua que ha sido previamente utilizada y luego purificada mediante distintos procesos de tratamiento; esta estrategia hídrica permite aprovechar nuevamente el recurso para usos no potables como el riego agrícola, la industria o el mantenimiento urbano, reduciendo así la demanda de fuentes naturales y fomentando una gestión sustentable del agua; además, contribuye a la protección ambiental al minimizar la descarga de efluentes contaminantes en cuerpos naturales de agua.

1.2.7. Importancia del Mantenimiento y Gestión de los Sistemas de Agua Potable

En resumen, la importancia contextual de mantener y administrar un sistema de agua potable se basa en la continuidad operativa, la eficiencia en el servicio y la calidad del mismo. Solamente por medio de una supervisión ha detallado y oportuna, es posible identificar y resolver fallas técnicas, evitar la provisión detenida futura y conservar la utilidad práctica de las infraestructuras. El mantenimiento regular, la estructuración estratégica y una ejemplar planificación general para aguas seguras, ceder recursos y la sostenibilidad del sistema pueden ser considerados de la manera más beneficiosa para el público y el bienestar colectivo.

1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.- Sistema de Agua Potable : Conjunto de estructuras, tecnologías y procesos definidos para captar, conducir, tratar, almacenar y repartir agua apta para el consumo humano.

2.- Captación de agua : Conjunto de procesos y obras que permiten extraer y conducir el agua desde una fuente superficial o subterránea para su aprovechamiento, asegurando el caudal requerido y condiciones adecuadas para las etapas posteriores del sistema.

3.- Tratamiento : Conjuntos de operaciones físicas, químicas y biológicas, siempre encaminadas a mejorar la calidad y garantizar la calidad del agua potable.

4.- Red de distribución : Conjunto de tuberías, accesorios, y válvulas mediante las cuales se reparte el agua potable que llega al reservorio a la población.

5.- Estudio de vulnerabilidad : Evaluación de los factores que pueden afectar negativamente el correcto funcionamiento de un sistema.

6. Estudi hidrológico : Investigación de los elementos pluviométricos y hídrico de un territorio en particular.

7.- Consumo per cápita : Cantidad de agua que se consume en promedio por cada habitante.

8.- Normas de calidad : Conjunto de normas y criterios técnicos que establecen los límites máximos permisibles de sustancias contaminantes y las

condiciones de calidad que debe cumplir el agua para considerarse apta según los estándares aplicables.

9.- Fuentes de agua : Lugares de origen del recurso, puede ser un pozo, río, quebradas, etc.

10.Sostenibilidad hídrica : Se refiere a la capacidad que tiene un sistema de mantenerse.

11.- Topografía, define las características del relieve que tiene la zona geográfica a implementar.

12.- Pérdidas de agua : Son los volúmenes contables de agua que se pierden en el sistema.

13.- Cobertura del servicio : Poblacionalmente que tantas personas sean atendidas.

14.- Riesgo hídrico : Que solo se refiere a la potencialidad de ocurrencia de eventos fuertes que puedan ocasionar riesgos hídricos.

15.- Gestión comunitaria del agua : Modelo de gestión en el cual la población entera se encarga.

CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El distrito de Jerillo enfrenta una serie de dificultades relacionadas con el acceso al agua potable; gran parte de su población depende de fuentes no tratadas o sistemas artesanales que no garantizan la calidad ni continuidad del servicio; la infraestructura existente es insuficiente y presenta deterioros considerables debido a la falta de mantenimiento y a su antigüedad; esta situación compromete la salud pública, incrementando la incidencia de enfermedades de origen hídrico; además, la cobertura del servicio no alcanza a todos los sectores poblados, generando desigualdad en el acceso al recurso básico; durante temporadas de sequía o lluvias intensas, el abastecimiento se ve aún más afectado, evidenciando la falta de resiliencia de los sistemas actuales; por otro lado, no se cuenta con un plan integral que permita gestionar de manera eficiente la captación, conducción, almacenamiento y distribución del agua; las fuentes de abastecimiento existentes, como manantiales y quebradas, no han sido evaluadas rigurosamente respecto a su capacidad de

sostenimiento a largo plazo; a esto se suma la carencia de un análisis de vulnerabilidad frente a fenómenos naturales como deslizamientos, inundaciones o movimientos sísmicos, dejando al distrito expuesto a interrupciones prolongadas del servicio; la carencia de infraestructura adecuada para el tratamiento del agua implica que gran parte de la población consume agua sin la debida garantía de potabilidad, aumentando los riesgos sanitarios; la falta de un sistema de gestión técnica y administrativa limita también la eficiencia operativa y el mantenimiento de los servicios existentes; esta problemática integral evidencia la urgente necesidad de diseñar un nuevo sistema de agua potable que responda a las condiciones geográficas, climáticas y socioeconómicas del distrito de Jerillo, integrando un estudio detallado de vulnerabilidad que permita asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1. Problema General

¿Cómo influye el diseño del sistema de agua potable en la mejora del acceso al agua segura y en la reducción de la vulnerabilidad sanitaria en el distrito de Jerillo durante el año 2024?

2.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el estado actual del servicio de abastecimiento de agua potable en el distrito de Jerillo ?

¿Qué factores influyen en la vulnerabilidad de la población ante la insuficiencia o ausencia de agua potable?

¿Qué criterios técnicos deben incorporarse en el diseño de un sistema de agua potable que sea eficiente y sostenible?

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo General

2.3.2. Diseñar un sistema de agua potable apropiado para el distrito de Jerillo, orientado a optimizar el acceso al recurso y a disminuir la vulnerabilidad sanitaria de su población durante el año 2024.

2.3.3. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del servicio de agua potable en el distrito de Jerillo.

- Identificar los factores de riesgo que agravan la vulnerabilidad sanitaria asociada a la falta de acceso a agua segura.
- Plantear un diseño técnico del sistema de agua potable que se ajuste a las necesidades, características y condiciones del distrito de Jerillo.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. Hipótesis General

El diseño de un sistema de agua potable eficiente en el distrito de Jerillo contribuye de manera directa a fortalecer el acceso a agua segura y, a su vez, a disminuir la vulnerabilidad sanitaria de la población.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- La deficiencia actual del sistema de agua potable afecta negativamente el acceso equitativo al agua en el distrito.
- Las poblaciones en situación de mayor vulnerabilidad tienden a estar más expuestas a enfermedades cuando no cuentan con acceso a agua segura.
- Un diseño técnico apropiado permitirá optimizar la eficiencia del sistema y ampliar la cobertura del servicio de agua potable.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Identificación de Variables

Variable independiente:

Diseño de sistema de agua potable

Variable dependiente:

Nivel de acceso al agua segura y vulnerable sanitaria de la población.

2.5.2. Definición Conceptual y Operacional de las Variables

Tabla N° 1

Definición Conceptual y operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional
----------	-----------------------	------------------------

Diseño del sistema de agua potable (Variable Independiente)	Es el conjunto de procesos técnicos, estructurales e hidráulicos destinados a garantizar el suministro continuo, eficiente y seguro de agua potable a la población.	Se materializa a través de la elaboración de planos, el cálculo de caudales, el dimensionamiento de redes, la determinación de la capacidad de almacenamiento y la estimación de la cobertura poblacional proyectada.
Nivel de acceso a agua segura y vulnerabilidad sanitaria (variable dependiente).	Se refiere al grado en que la población dispone de acceso seguro y continuo al agua potable, así como a su nivel de exposición a riesgos sanitarios asociados a la ausencia o insuficiencia de este servicio.	Se evalúa mediante indicadores como el porcentaje de cobertura domiciliaria, la calidad del agua, la continuidad del servicio y la prevalencia de enfermedades de origen hídrico.

Nota. Elaboración propia.

2.5.3. Operacionalización de las Variables

Tabla N° 2

Operacionalización de las Variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnicas / Instrumentos de recolección	Escala de medición
Diseño del sistema de agua potable (V.I.)	- Infraestructura hidráulica	- Longitud de redes	Revisión de planos	Cuantitativa continua
	- Capacidad de distribución	- Volumen de reservorios	Fichas técnicas	
	- Cobertura del sistema	- % de población beneficiada	Observación directa	
Nivel de acceso al agua segura y vulnerabilidad sanitaria (V.D.)	- Acceso al agua potable	- % de hogares con conexión	Encuestas	Cuantitativa y cualitativa
	- Continuidad del servicio	- Horas diarias de abastecimiento	Registros de salud	
	- Calidad del agua	- Resultado de análisis de agua	Análisis de laboratorio	

	- Riesgo sanitario	- Casos de enfermedades hídricas	Entrevistas	
--	--------------------	----------------------------------	-------------	--

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad resolver un problema concreto: la deficiente provisión de agua potable en el distrito de Jerillo. Se busca aplicar conocimientos técnicos e ingenieriles para el diseño de un sistema de abastecimiento que permita mejorar el acceso al recurso hídrico y reducir la vulnerabilidad sanitaria de la población; asimismo, es de enfoque cuantitativo, dado que se utilizarán datos medibles para analizar el nivel de cobertura, caudales, calidad del agua, y prevalencia de enfermedades relacionadas.

3.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental, transversal y descriptivo-propositivo, ya que se observarán las variables tal como se presentan en la realidad sin manipularlas, permitiendo analizar la situación actual del sistema de agua potable y la vulnerabilidad sanitaria en el distrito de Jerillo; es transversal porque la recolección de datos se realizará en un solo periodo de tiempo, correspondiente al año 2024; asimismo, es descriptivo-propositivo porque se busca describir las condiciones existentes del acceso al agua segura y, a partir de ese diagnóstico, proponer una solución técnica mediante el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable eficiente y adaptado a las necesidades de la población local

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población de estudio está conformada por todos los habitantes del distrito de Jerillo, ubicado en la provincia de Moyobamba, región San Martín; de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), para el año 2024, Jerillo cuenta con una población estimada de aproximadamente 3,500 habitantes, distribuidos en zonas urbanas y rurales.

3.2.2. Muestra

Debido a la extensión territorial del distrito y a la distribución dispersa de su población, se ha optado por un muestreo no probabilístico intencional, que permite seleccionar de manera deliberada a los informantes y sectores clave donde se evidencian problemas en el abastecimiento de agua potable.

3.3. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Técnicas de Recolección de Datos

Para abordar de manera integral el diseño del sistema de agua potable y el estudio de vulnerabilidad en el distrito de Jerillo, se emplearán diversas técnicas de recolección de datos que permitan obtener información cuantitativa y cualitativa; entre las técnicas seleccionadas se encuentran la encuesta estructurada, la entrevista semiestructurada y la observación directa; la encuesta estructurada se aplicará a los hogares seleccionados para recopilar datos sobre el acceso al agua potable, frecuencia de suministro, calidad percibida del agua y presencia de enfermedades relacionadas; las entrevistas semiestructuradas se dirigirán a autoridades locales, personal de salud y líderes comunitarios, con el fin de profundizar en aspectos cualitativos relacionados con la gestión del agua y la percepción de vulnerabilidad sanitaria; la observación directa permitirá verificar in situ las condiciones de las infraestructuras existentes, como pozos, redes de distribución y sistemas de almacenamiento; estas técnicas combinadas proporcionarán una visión holística de la situación actual, facilitando el diseño de un sistema de agua potable adecuado a las necesidades locales; según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas en la recolección de datos enriquece la comprensión del fenómeno estudiado y fortalece la validez de los resultados obtenidos

3.3.2. Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos diseñados para la recolección de datos en esta investigación están alineados con las técnicas previamente mencionadas y adaptados al contexto del distrito de Jerillo. Para la aplicación de encuestas estructuradas, se elaborará un cuestionario con preguntas cerradas y abiertas que aborden aspectos como la disponibilidad de agua potable, frecuencia de suministro, métodos de

almacenamiento y tratamiento del agua, así como la incidencia de enfermedades relacionadas con el consumo de agua no segura; las entrevistas semiestructuradas se guiarán mediante un guion de entrevista que permita explorar en profundidad las percepciones y experiencias de los informantes clave respecto al acceso al agua y la gestión del recurso; la observación directa se apoyará en una lista de verificación que facilite la evaluación sistemática de las condiciones físicas de las infraestructuras de agua existentes; estos instrumentos serán validados a través de una prueba piloto en una muestra representativa, permitiendo ajustar su contenido y estructura para garantizar la fiabilidad y validez de los datos recolectados; de acuerdo con Sampieri, Collado y Lucio (2014), la validación de instrumentos es un paso crucial para asegurar la calidad de la información obtenida en una investigación,

3.3.3. Procedimientos de Recolección de Datos

El proceso de recolección de datos se llevará a cabo en varias etapas; se asegurará la rigurosidad y ética en cada una de ellas; inicialmente, se realizará una capacitación al equipo de encuestadores y entrevistadores; esta estará enfocada en la correcta aplicación de los instrumentos y el respeto a los principios éticos de la investigación; posteriormente, se procederá a la aplicación de encuestas en los hogares seleccionados; se garantizará la representatividad de las zonas urbanas y rurales del distrito; simultáneamente, se llevarán a cabo las entrevistas semiestructuradas con los informantes clave; para ello se coordinarán previamente las citas, asegurando su disponibilidad; la observación directa se realizará en las infraestructuras de agua existentes; se utilizará la lista de verificación para documentar las condiciones encontradas; durante todo el proceso, se asegurará la confidencialidad de la información proporcionada por los participantes; además, se obtendrá su consentimiento informado antes de iniciar cualquier interacción; los datos recolectados serán almacenados de manera segura y organizada; esto facilitará su posterior análisis; según Creswell (2013), un procedimiento de recolección de datos bien estructurado y éticamente responsable es fundamental para la credibilidad y validez de una investigación.

3.3.4 Encuesta estructurada para evaluación del sistema de agua potable y vulnerabilidad

Nota metodológica. Este instrumento recoge información social, operativa y perceptiva útil para estimar demanda, condiciones actuales del servicio y factores de vulnerabilidad del sistema. No reemplaza mediciones de laboratorio ni aforos técnicos; los complementa.

1. Ficha técnica del instrumento

Nombre del instrumento	Encuesta estructurada para evaluación del sistema de agua potable y vulnerabilidad del servicio
Objetivo	Recolectar información de los hogares sobre acceso, continuidad, consumo, almacenamiento, tratamiento, percepción de calidad y exposición a eventos que afectan la seguridad del abastecimiento.
Población objetivo	Jefes/as de hogar o personas adultas responsables del uso y gestión del agua en la vivienda.
Ámbito de aplicación	Hogares de la localidad de Jerillo, distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, San Martín.
Tipo de instrumento	Cuestionario estructurado con preguntas cerradas, semicerradas y de respuesta breve.
Escalas sugeridas	Nominal, ordinal y razón; se incluye una escala Likert de 1 a 5 para percepción de calidad y vulnerabilidad.
Modo de aplicación	Entrevista cara a cara o autollenado asistido por encuestador.
Tiempo estimado	12–15 minutos por hogar.

1.2. Datos de aplicación

Código de encuesta	_____	Fecha	____ / ____ / ____
Encuestador/a	_____	Hora de inicio	_____
Centro poblado / sector	_____	Vivienda N.º	_____
Informante	_____	Teléfono (opcional)	_____

1.3 Cuestionario

1.3.1 Caracterización del hogar

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
1	¿Cuántas personas residen habitualmente en la vivienda?	_____ personas
2	¿Cuántas viviendas o familias comparten la misma conexión o fuente de agua?	☐ 1 ☐ 2 ☐ 3 o más ☐
3	¿La vivienda cuenta con conexión domiciliaria de agua?	☐ Sí ☐ No
4	Si no cuenta con conexión domiciliaria, ¿cuál es la fuente principal de abastecimiento?	☐ Pileta Pública ☐ Manantial ☐ Pozo ☐ Río/quebrada ☐ Camión cisterna ☐ Otra: _____

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
5	Material predominante de la vivienda	☐ Concreto/ladrillo ☐ Madera ☐ Mixto ☐ Otro: _____
6	¿La vivienda dispone de almacenamiento de agua?	☐ Sí ☐ No

1.3.2 Acceso y continuidad del servicio

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
7	En una semana normal, ¿cuántos días dispone de agua para uso doméstico?	☐ 1–2 ☐ 3–4 ☐ 5–6 ☐ 7
8	En un día típico, ¿cuántas horas continuas recibe agua?	☐ Menos de 2 h ☐ 2–4 h ☐ 5–8 h ☐ Más de 8 h
9	¿En qué horario suele disponer de agua?	☐ Mañana ☐ Tarde ☐ Noche ☐ Variable
10	En los últimos 30 días, ¿se interrumpió el servicio por más de 24 horas?	☐ Sí ☐ No
11	Si respondió sí, indique la causa principal percibida	☐ Sequía/estiaje ☐ Lluvias intensas ☐ Avería de tubería ☐ Mantenimiento ☐ Desconoce ☐ Otra: _____
12	¿La presión del agua es suficiente para las actividades del hogar?	1 Muy insuficiente, 2 Insuficiente, 3 Regular, 4 Suficiente, 5 Muy suficiente

1.3.3 Consumo, almacenamiento y tratamiento intradomiciliario

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
13	¿Cuántos recipientes o tanques utiliza para almacenar agua?	_____ recipientes/tanques
14	Capacidad aproximada total de almacenamiento del hogar	☐ Menos de 50 L ☐ 50–200 L ☐ 201–500 L ☐ Más de 500 L
15	¿Con qué frecuencia limpia los recipientes o tanques de almacenamiento?	☐ Semanal ☐ Quincenal ☐ Mensual ☐ Rara vez ☐ Nunca
16	Antes de consumirla, ¿realiza algún tratamiento al agua?	☐ Hervido ☐ Cloración ☐ Filtrado ☐ Ninguno ☐ Otro: _____
17	Principal uso del agua en el hogar	☐ Beber/cocinar ☐ Aseo personal ☐ Lavado ☐ Riego/animales ☐ Todos
18	En temporada de escasez, ¿reduce el consumo de agua?	☐ Sí ☐ No

1.3.4 Percepción de calidad del agua

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
19	¿Cómo percibe el color del agua que recibe normalmente?	☐ Transparente ☐ Ligeramente turbia ☐ Turbia ☐ Variable
20	¿Cómo percibe el olor del agua?	☐ Sin olor ☐ Leve olor ☐ Olor fuerte ☐ Variable
21	¿Cómo percibe el sabor del agua?	☐ Agradable ☐ Aceptable ☐ Desagradable ☐ No sabe/no responde
22	En época de lluvias, la calidad del agua...	☐ Mejora ☐ Se mantiene ☐ Empeora ☐ No sabe
23	Confianza para consumir el agua sin tratamiento previo	1 Nula 2 Baja 3 Media 4 Alta 5 Muy alta
24	En su hogar, ¿han ocurrido molestias gastrointestinales que usted asocie al agua en los últimos 6 meses?	☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

1.3.5 Vulnerabilidad del sistema

Ítem	Pregunta	Opciones / respuesta
25	¿Qué evento afecta más el abastecimiento de agua en su zona?	☐ Sequía ☐ Lluvias intensas ☐ Deslizamientos ☐ Contaminación ☐ Fallas operativas
26	¿La fuente de agua presenta disminución notable en época seca?	☐ Sí ☐ No ☐ No sabe
27	¿Ha observado ingreso de sedimentos, hojas o residuos en la captación o en el agua recibida?	☐ Frecuente ☐ Ocasional ☐ Nunca
28	¿Considera que la infraestructura actual del sistema está en buen estado?	1 Muy mala 2 Mala 3 Regular 4 Buena 5 Muy buena
29	¿Existe organización comunitaria o junta que atienda problemas del sistema?	☐ Sí ☐ No ☐ No sabe
30	Capacidad percibida de la comunidad para responder ante fallas del sistema	1 Muy baja 2 Baja 3 Media 4 Alta 5 Muy alta

1.3.6 Observaciones del encuestador

3.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Una vez concluida la recolección de datos, se procederá al procesamiento y análisis de la información obtenida; se utilizarán herramientas y métodos adecuados para cada tipo de dato; los datos cuantitativos provenientes de las encuestas serán codificados y digitados en una base de datos utilizando el software estadístico SPSS; esto permitirá realizar análisis descriptivos como frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar; asimismo, se podrán aplicar pruebas estadísticas inferenciales; estas permitirán identificar relaciones significativas entre variables, como el acceso al agua potable y la incidencia de enfermedades; los datos cualitativos obtenidos de las entrevistas y observaciones serán transcritos y analizados mediante el software NVivo; este proceso facilitará la identificación de categorías, patrones y temas emergentes; el análisis cualitativo permitirá comprender en profundidad las percepciones y experiencias de los participantes respecto al acceso al agua y la gestión del recurso; la triangulación de los datos cuantitativos y cualitativos fortalecerá la validez de los hallazgos; así, se proporcionará una visión integral del problema estudiado; según Miles, Huberman y Saldaña (2014), el uso combinado de análisis cuantitativo y cualitativo enriquece la interpretación de los datos y contribuye a una comprensión más completa del fenómeno investigado.

3.5. DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA EMPLEADA

La metodología empleada en esta investigación se enmarca dentro de un enfoque mixto; este combina métodos cuantitativos y cualitativos para abordar de manera integral el diseño del sistema de agua potable y el estudio de vulnerabilidad en el distrito de Jerillo; el enfoque cuantitativo permitirá medir y analizar variables relacionadas con el acceso al agua potable, la frecuencia de suministro, la calidad del agua y la presencia de enfermedades; estos datos ofrecerán resultados objetivos y generalizables; por otro lado, el enfoque cualitativo facilitará la comprensión de las percepciones, experiencias y prácticas de la población respecto al uso y gestión del agua; también permitirá identificar factores contextuales que influyen en la vulnerabilidad sanitaria; la combinación de ambos enfoques permitirá una

comprensión más profunda y completa del problema; esto facilitará el diseño de soluciones técnicas y socialmente aceptables; la elección de esta metodología mixta se basa en la necesidad de abordar un problema complejo desde múltiples perspectivas; tal como lo señalan Creswell y Plano Clark (2011), los enfoques mixtos son útiles en investigaciones aplicadas que buscan generar soluciones prácticas y contextualizadas.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

4.1.1. Ubicación y localización del área de estudio

El desarrollo del presente estudio, se ubica en:

PAIS: Perú

DEPARTAMENTO: San Martin

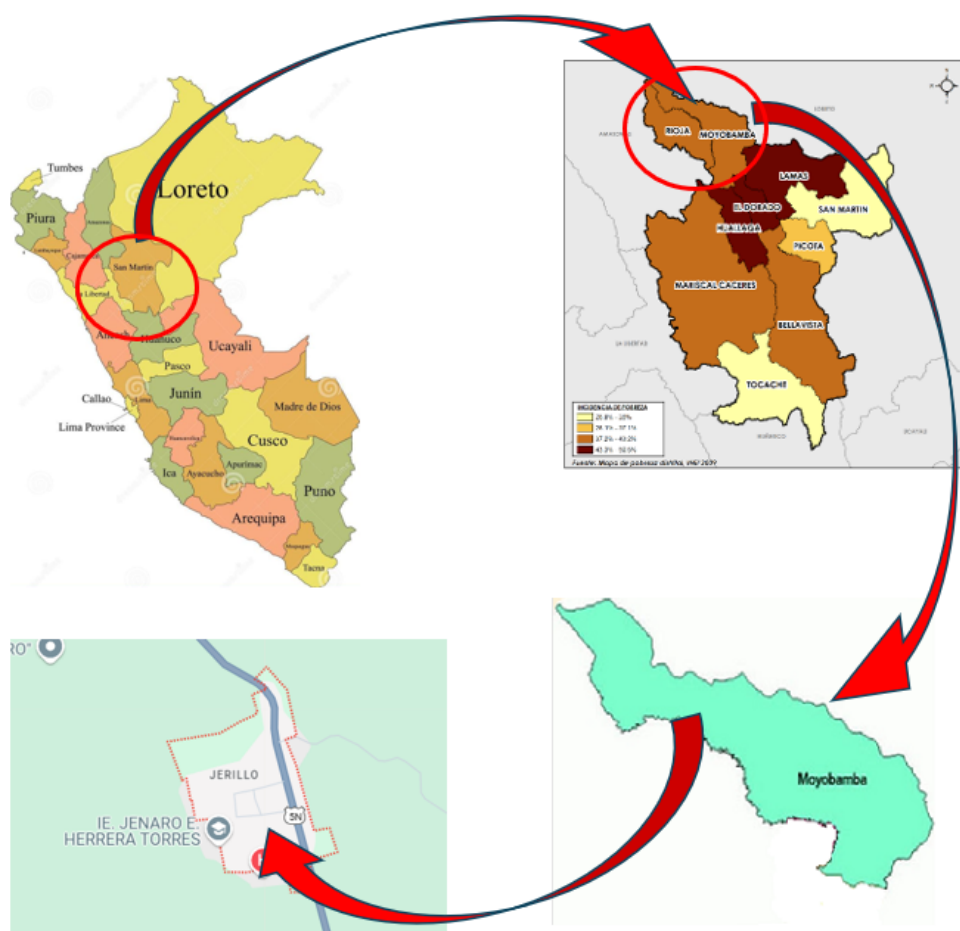
PROVINCIA: Moyobamba

DISTRITO: Jepelacio

LOCALIDAD: Jerillo

Figura N° 3

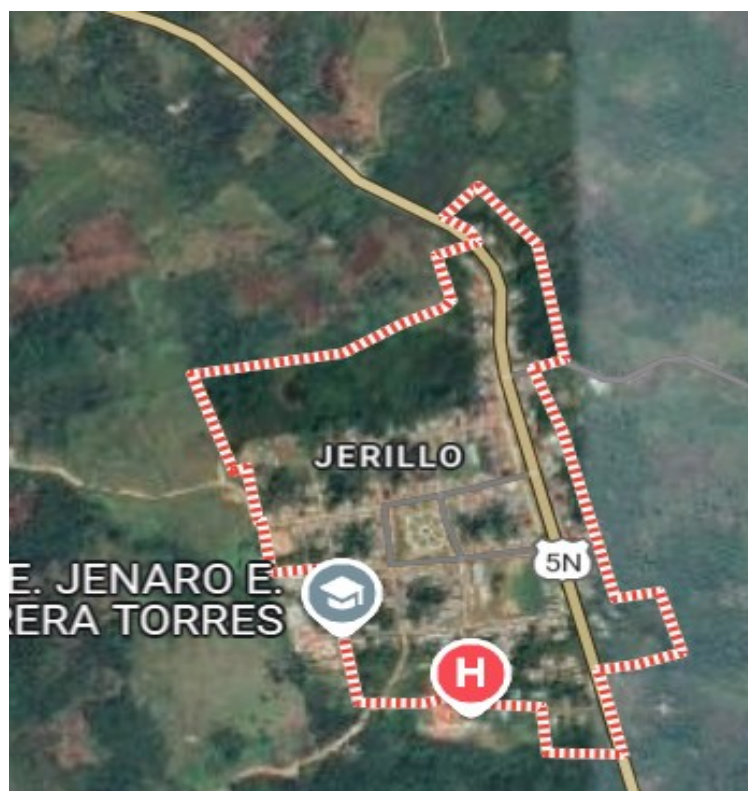
Ubicación geográfica



Nota. Elaboración propia.

Figura N° 4

Localidad de Jerillo



Nota. Elaboración propia, adaptado de Google maps

4.1.2. Rutas de ingreso

Para arribar a la localidad de Jerillo, ubicada en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, el recorrido se inicia en la ciudad de Lima; la travesía se realiza a través de las siguientes alternativas:

- Primera opción de desplazamiento: consiste en tomar un vuelo desde la ciudad capital, Lima, hasta la ciudad de Tarapoto, con una duración aproximada de 1 hora y 20 minutos.
- Segunda opción de traslado: desde Tarapoto, se toma la carretera asfaltada que conecta con la ciudad de Moyobamba, lo cual demora cerca de 2 horas, cubriendo una distancia aproximada de 120 km.
- Tercera opción de recorrido: salir de Tarapoto con destino a Moyobamba y conectarse con una carretera asfaltada de una duración aproximada de 30 minutos hacia el distrito de Jepelacio, en un tramo de unos 20 km.
- Cuarta y última etapa del trayecto: la cuarta sección es continuar por una vía terrestre asfaltada desde Jepelacio con una duración estimada de 25 minutos hasta Jerillo, cuyo tramo es de 15Km

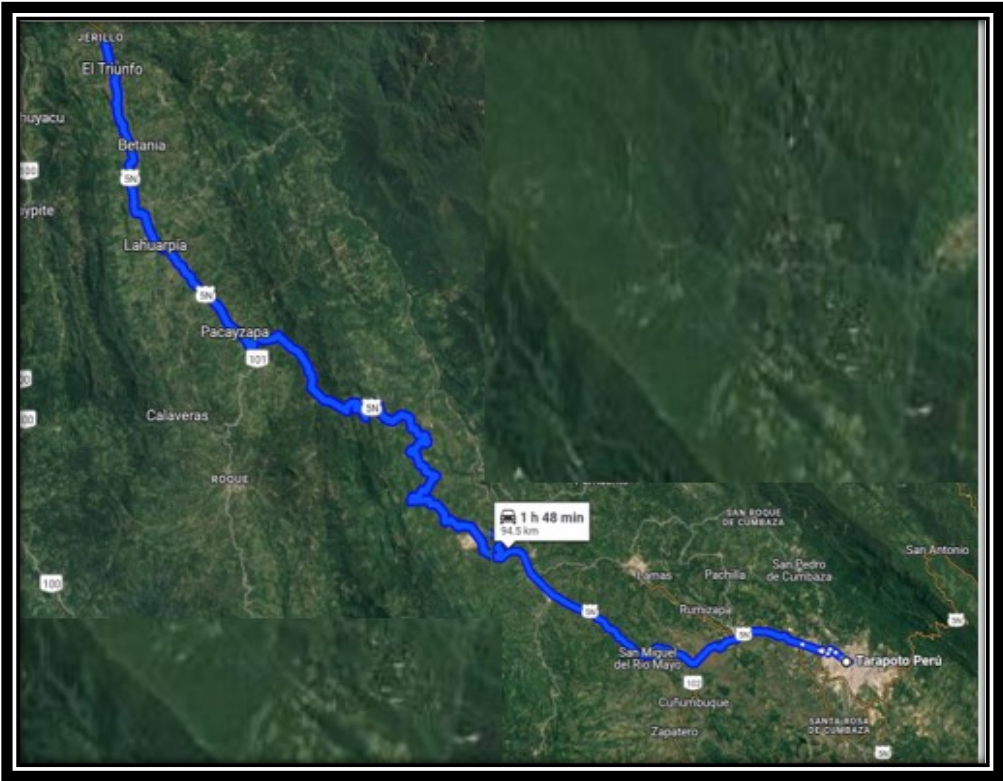
A continuación, se muestra una tabla con la duración estimada total del trayecto necesario para llegar a la localidad de Jerillo:

Tabla N° 3
Trayecto necesario para llegar a la localidad de Jerillo

De	A	Tiempo	Distancia (km)	Velocidad promedio	Medio de transporte	Tipo de vía	Costo (S/.)
Lima	Tarapoto	1h y 20 min	984	620 km/h	Avión	Aérea	400
Tarapoto	Moyobamba	2h	120	60 km/h	Auto	Asfaltada	35
Moyobamba	Jepelacio	30 min	20	40 km/h	Auto	Asfaltada	15
Jepelacio	Jerillo	25 min	15	36 km/h	Auto	Asfaltada	10
TOTAL	-----	-----	1139	-----	-----	-----	460

Nota. Elaboración propia.

Figura N° 5
Vía de acceso



Nota. Elaboración propia, adaptado de Google maps

4.1.3. Clima

El tiempo atmosférico en la población de Jerillo, situada en el territorio de Jepelacio, jurisdicción de Moyobamba, región de San Martín, se distingue por ser húmedo tropical, con temperaturas templadas y una elevada humedad ambiental a lo largo de todo el año, la temperatura promedio anual es cercana a los 21°C, las temperaturas más altas alcanzan los 26°C, mientras que las más bajas descienden hasta los 17°C, la humedad ambiental oscila entre el 85% y el 90%, con máximos de hasta 95% durante la noche, la lluvia anual total es de unos 255 mm, registrándose precipitaciones en un estimado de 25 días cada mes, la intensidad media del viento es de 4 km/h, con ráfagas que pueden alcanzar hasta los 12 km/h, soplando mayormente desde el sur y sureste.

4.1.4. Topografía

La zona de estudio en la localidad de Jerillo, ubicada en el distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, se sitúa en un área de relieve moderado y ligeramente ondulado, característica de la selva alta amazónica; esta topografía presenta desniveles máximos de pendiente que no superan los 2 metros, lo que indica una baja susceptibilidad a procesos geodinámicos; por lo tanto, las actividades constructivas y sus acabados no generarán alteraciones significativas en la morfología natural del terreno; después de la excavación de zanjas para la instalación de tuberías y cámaras de inspección, se procederá al relleno del terreno, recuperando los niveles topográficos originales.

Los límites territoriales de Jerillo son los siguientes:

Al Norte: Distrito de Soritor

Al Sur: Distrito de Moyobamba

Al Este: Comunidad de San Marcos

Al Oeste: Distrito de Jepelacio

El estudio se encuentra ubicado dentro de la cuenca alta del río Mayo, en la subcuenca Jerillo – Jepelacio, entre las coordenadas UTM (Zona 18S):

Este: 2880070 metros

Norte: 9324483 metros

4.1.5. unidades habitacionales

El entorno afectado o radio de impacto corresponde al ámbito campesino del territorio de Jepelacio; particularmente en el centro poblado de Jerillo, el cual dispone de aproximadamente 138 moradas; la mayoría de estas estructuras habitacionales son de una sola planta, con muros y soportes de madera; coberturas de calamina en forma de dos aguas; y suelo de tierra natural o apisonada; lo que representa cerca del 72% del total; adicionalmente, alrededor del 20% de las casas poseen paredes de quincha y techo de calamina; mientras que el resto corresponde a construcciones mixtas o elaboradas con materiales alternativos.

4.1.6. Procesos económicos

En Jerillo, la actividad agrícola es la ocupación preponderante entre los residentes; seguida por el intercambio comercial básico y el trabajo estatal; la cantidad de profesionales, especialistas, empleados del sector privado y obreros es limitada; esta situación refleja que la agricultura y el comercio menor constituyen las principales fuentes de ingreso económico; entre las actividades más dinámicas destacan la recolección y comercialización de cacao, café, plátano y caña de azúcar; además de productos transitorios como yuca, maíz y frijoles; orientados en su mayoría al autoconsumo; el cultivo del cacao, al poseer mercado asegurado, representa una proporción significativa de la producción agrícola regional.

4.1.7. Tiempo de desarrollo

La realización del proyecto se efectuó en un período de siete meses; iniciando en el mes de febrero del año 2024 y finalizando en agosto del mismo periodo anual.

4.1.8. Medidas ambientales y de bioseguridad

El seguimiento ambiental en el ámbito de la construcción alude a las condiciones ecológicas a las que se expone el personal operativo dentro del entorno de trabajo; dichas condiciones fluctúan de acuerdo con el tipo de tareas ejecutadas; por ello, es vital establecer un sistema de supervisión ambiental que permita la adaptabilidad al entorno; es decir, ajustar el comportamiento y la ejecución de tareas conforme a los cambios ambientales que puedan surgir durante la obra; se recomienda contar con un Comité Institucional de Bioseguridad (CIB), responsable de formular directrices internas y de inspeccionar el cumplimiento de los protocolos sanitarios; dicho comité también debería vigilar la correcta aplicación de los procesos investigativos y evaluar los riesgos potenciales, conforme al Manual de Normas de Bioseguridad y Riesgos

Asociados – FONDECYT-CONICYT 2018; asimismo, se sugiere que cada entidad cuente con un documento institucional de procedimientos, basado en normativas internacionales y lo estipulado por la reglamentación interna del organismo.

4.1.9. Adopción de estándares éticos globales

La doctrina ética principalista, que emergió y se consolidó durante la segunda mitad del siglo XX, constituye una referencia esencial para la ética profesional; aunque su planteamiento es abstracto y generalizado, sirve como marco orientador ante dilemas morales; en el presente, se observa una devaluación progresiva del valor ético, ya que muchos individuos optan por ignorar sus principios rectores a fin de obtener beneficios personales; en el área de la ingeniería civil, esta situación se refleja en la vulneración de normativas constructivas, sin tomar en cuenta los efectos negativos que puedan generar sobre la colectividad; por lo tanto, es indispensable reafirmar los valores éticos fundamentales como pilar básico de la práctica profesional responsable.

4.2. Resultados

Evaluación de los componentes hidráulicos de diseño del nuevo funcionamiento de la red de abastecimiento para optimizar el suministro del recurso hídrico potable en la localidad de Jerillo

4.2.1 Tasa de crecimiento

Datos poblacionales del distrito de Jerillo:

Población en 2007: 914 habitantes

Población en 2017: 1,070 habitante

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \left(\frac{P_{2017} - P_{2007}}{P_{2007}} \right) \times \frac{1}{n} \times 100$$

Donde:

- P_{2017} = Población en 2017 = 1,070
- P_{2007} = Población en 2007 = 914
- n = Número de años entre los censos = 10

Sustituyendo los valores:

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \left(\frac{1,070 - 914}{914} \right) \times \frac{1}{10} \times 100$$

$$\text{Tasa de crecimiento anual} = \left(\frac{156}{914} \right) \times 10 = 1.71\%$$

Teniendo una tasa de crecimiento poblacional anual del distrito de jerillo entre 2007 – 2017 es de 1.71%

Calculando la población futura:

Figura N° 6

Población futura

Año		Población proyectada
2019	0	1,101
2020	1	1,117
2021	2	1,132
2022	3	1,148
2023	4	1,164
2024	5	1,179
2025	6	1,195
2026	7	1,210
2027	8	1,226
2028	9	1,242
2029	10	1,257
2030	11	1,273
2031	12	1,288
2032	13	1,304
2033	14	1,320

Nota. Elaboración propia

4.2.3. Medición de aprovechamiento del naciente de jerillo

Para la zona de Jerillo; se empleó un contenedor calibrado de 10 litros con la finalidad de efectuar la medición del nacimiento de agua y así calcular el flujo disponible a través del sistema de volumen; esta técnica consistió en realizar 10 registros continuos del lapso requerido para colmar dicho contenedor; con intervalos regulados entre 1 y 2 segundos; con la finalidad de obtener un valor medio representativo; la verificación fue ejecutada por operarios entrenados; siguiendo los lineamientos normativos para asegurar la exactitud.

La fórmula utilizada para calcular el caudal fue la siguiente:

$$Q(l/s) = \frac{V(l)}{T(s)}$$

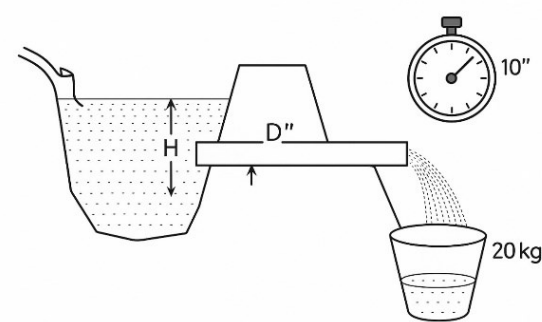
Donde:

- Q es el caudal en litros por segundo (l/s),
- V es el volumen del recipiente, en litros (10 l),
- T es el tiempo promedio en segundos, calculado a partir de las 10 mediciones.

Tabla N° 4

Datos para el cálculo del caudal

Tabla de mediciones (Jerillo, 2024)	
Tiempo (seg)	Valor
t1	1.48
t2	1.42
t3	1.36
t4	1.3
t5	1.4
t6	1.45
t7	1.38
t8	1.35
....	
t9	1.41
t10	1.39
Promedio	1.394



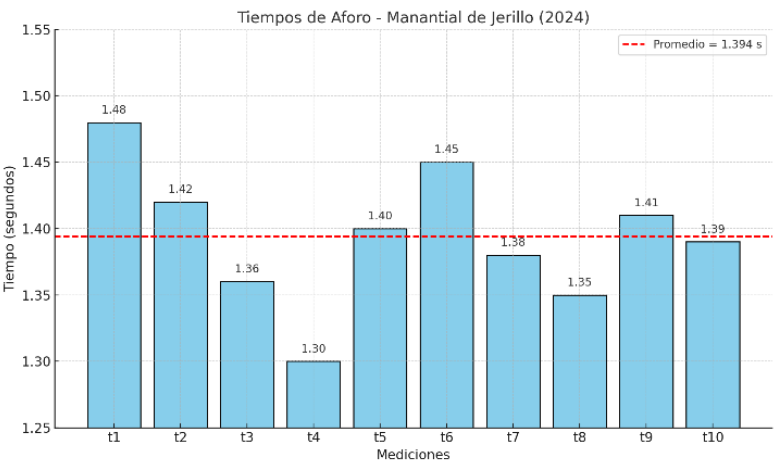
Cálculo del Caudal

$$Q = \frac{10.00}{1.394} = 7.171/s$$

El aforo fue realizado en marzo de 2024 en el manantial principal del distrito de Jerillo, obteniéndose un caudal promedio de 7.17 litros por segundo; este valor permite estimar la disponibilidad hídrica del manantial y su capacidad para abastecer a la población local; como lo señala el método volumétrico, es una técnica empírica y verificable, recomendada en estudios de campo para sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016).

Figura N° 7

Disponibilidad hídrica del manantial



Nota. Elaboración propia

4.2.4. cálculo de dotación

1) datos del diseño

Tabla N° 5

Datos del diseño

Descripción	Cantidad	Unidad
Tasa de crecimiento poblacional	1.71	% anual
Densidad poblacional	3.6	Hab/vivienda
N° de viviendas domésticas	150	Viviendas

Nota. Elaboración propia

2) caudal de consumo

Caudal Promedio por Vivienda (doméstico)

Dotación individual: 120 L/hab/día

Habitantes por vivienda: 3.6 hab/viv

$$\text{Dotación por vivienda} = 120 \text{ L/hab/día} \times 3.6 \text{ hab/viv} = 432 \text{ L/viv/día}$$

$$\text{Dotación por vivienda en l/s} = \frac{432}{86400} = 0.005 \text{ l/s}$$

$$\text{Caudal doméstico total} = 0.005 \text{ l/s} \times 150 = 0.75 \text{ l/s}$$

Caudal Promedio No Doméstico

Se considera un 10% adicional del caudal doméstico para usos institucionales, comerciales y otros:

$$Q_{no_dom} = 0.75 \text{ l/s} \times 0.10 = 0.075 \text{ l/s}$$

Caudal Promedio Total

$$Q_{promedio} = Q_{dom} + Q_{no_dom} = 0.75 + 0.075 = 0.825 \text{ l/s}$$

Tabla N° 6

Tipos de caudal

Tipo de Caudal	Valor (l/s)
Caudal doméstico	0.75
Caudal no doméstico	0.075
Caudal promedio total	0.825
Caudal máximo diario	0.99
Caudal máximo horario	1.65

Nota. Elaboración propia

3) caudal de diseño

Tabla N° 7

Caudal de diseño

Año	Población	Doméstico (l/s)	No Doméstico (l/s)	Q total (l/s)	Qp (l/s)	Qmd (l/s)	Qmh (l/s)
2019	1101	0.8808	0.1195	1.0003	1.09	1.31	2.18
2020	1117	0.8936	0.1195	1.0131	1.1	1.32	2.2
2021	1132	0.9056	0.1195	1.0251	1.12	1.34	2.24

2022	1148	0.9184	0.1195	1.0379	1.13	1.36	2.26
2023	1164	0.9312	0.1195	1.0507	1.15	1.38	2.3
2024	1179	0.9432	0.1195	1.0627	1.16	1.39	2.32
2025	1195	0.956	0.1195	1.0755	1.17	1.4	2.34
2026	1210	0.968	0.1195	1.0875	1.19	1.43	2.38
2027	1226	0.9808	0.1195	1.1003	1.2	1.44	2.4
2028	1242	0.9936	0.1195	1.1131	1.21	1.45	2.42
2029	1257	1.0056	0.1195	1.1251	1.23	1.48	2.46
2030	1273	1.0184	0.1195	1.1379	1.24	1.49	2.48
2031	1288	1.0304	0.1195	1.1499	1.25	1.5	2.5
2032	1304	1.0432	0.1195	1.1627	1.27	1.52	2.54
2033	1320	1.056	0.1195	1.1755	1.28	1.54	2.56

Nota. Elaboración propia

4.2.5. cálculo de dotación

DISEÑO HIDRÁULICO DE CAPTACIÓN DE LADERA ($Q_{\text{diseño}} = 1.42 \text{ lps}$)

Tabla N° 8

Cálculo de dotación

Dato	Valor
Gasto Máximo de la Fuente (Q_{max})	7.17 lps
Gasto Mínimo de la Fuente (Q_{min})	4.53 lps
Gasto Máximo Diario (Q_{md})	1.42 lps (diseño Jerillo)

Nota. Elaboración propia

1) Determinación del ancho de la pantalla:

Se sabe que:

$$Q = C_d \cdot A \cdot \sqrt{2gH}$$

Donde:

$$Q_{\text{max}} = 7.17 \text{ lps} = 0.00717 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$C_d \text{ (coef. descarga)} = 0.62$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 0.40 \text{ m}$$

Velocidad teórica:

$$V_2 = 2gH = 2 \cdot 9.81 \cdot 0.40 = 2.80 \text{ m/s}$$

Velocidad de paso asumida (V_f) = 0.60 m/s

Área necesaria para descarga:

$$A = Q_{\max} / V_f = 0.00717 / 0.600 = 0.01195 \text{ m}^2$$

Diámetro del tubo de ingreso (asumido):

$D_a = 0.10 \text{ m} = 4 \text{ pulgadas}$ (recomendado entre 4" y 6")

Área de orificio:

$$A = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.1416 \cdot (0.10)^2}{4} = 0.00785 \text{ m}^2$$

Determinación del número de orificios (N_{orif}):

$$N_{orif} = \left(\frac{\text{Área requerida}}{\text{Área orificio}} \right) + 1 = \left(\frac{0.01195}{0.00785} \right) + 1 = 2.52 \Rightarrow \mathbf{3 \text{ orificios}}$$

Cálculo del ancho de la pantalla:

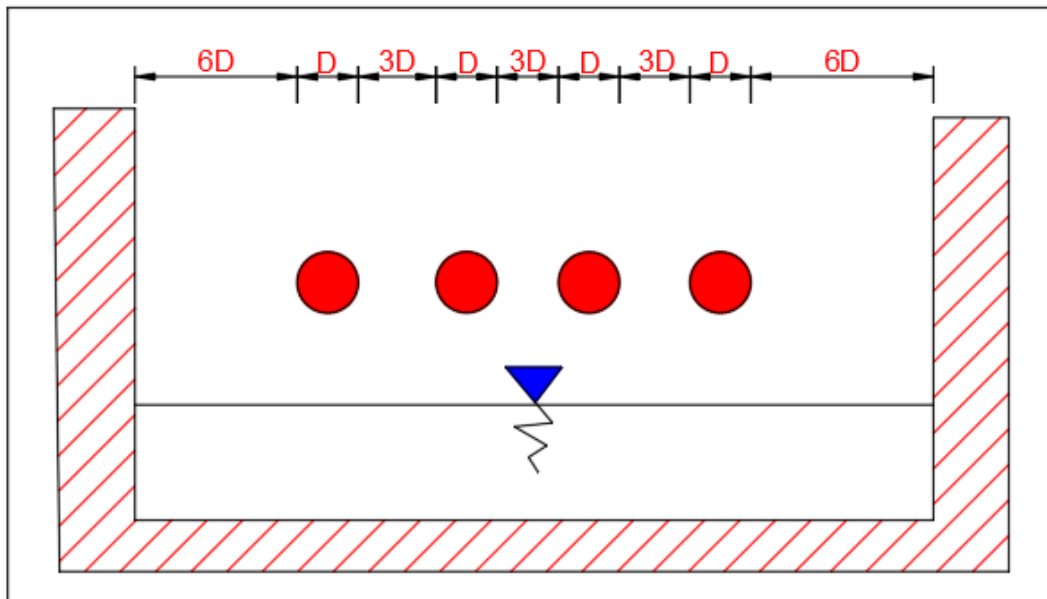
$$b = 2(D_i) \cdot N_{orif} + 3D(D_{orif} - 1)$$

Asumiendo separación de 3 veces el diámetro entre orificios:

$$b = 2(0.10) \cdot 3 + 3 \cdot 0.10(3 - 1) = 0.60 + 0.60 = \mathbf{1.20 \text{ m}}$$

Figura N° 8

Diámetro de tubo de ingreso



Nota. Elaboración propia

2) Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

Sabemos que:

$$H_f = H - h_f$$

$$H = 0.40 \text{ m}$$

$$h_f = \text{pérdida de carga unitaria (1.56 m/2 m)} = 0.78 \text{ m}$$

Longitud recomendada:

$$L = \frac{H_f}{0.30} = \frac{0.40 - 0.78}{0.30} = -1.27 \text{ m} \Rightarrow \text{No es válido}$$

Entonces se recomienda asumir una distancia estándar mínima técnica de:

$$L = 1.27 \text{ m}$$

3) Altura de la cámara húmeda

Fórmula general:

$$Ht=A+B+C+D+E$$

Valores recomendados y adoptados:

- A: Altura mínima para sedimentación de arenas → 10 cm
- B: Mitad del diámetro de la tubería de salida (4")
 $D=0.10 \text{ m} \Rightarrow B=0.05 \text{ m}=5 \text{ cm}$
- C: Altura mínima de agua (flujo libre en tubería) → 30 cm
- D: Desnivel mínimo entre entrada y salida → 5 cm
- E: Borde libre (mínimo recomendado) → 30 cm

Tabla N° 9

Parámetros

Parámetro	Valor
A	10.0 cm
B	5.0 cm
C	30.0 cm
D	5.0 cm
E	30.0 cm

Nota. Elaboración propia

Altura total de la cámara húmeda:

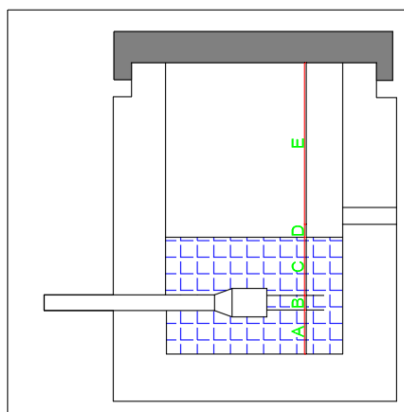
$$Ht=A+B+C+D+E=10+5+30+5+30=80 \text{ cm}$$

Altura asumida:

$$Ht= 1.00 \text{ m}$$

Figura N° 9

Altura de cámara húmeda



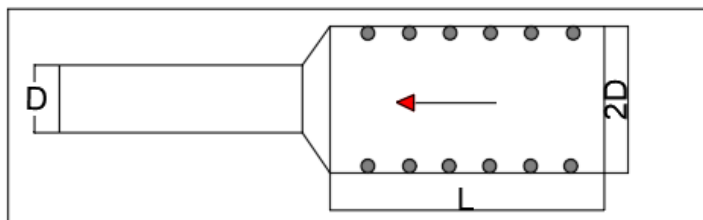
Nota. Elaboración propia

4) Dimensionamiento de la canastilla

Diámetro de la canastilla:

Figura N° 10

Diámetro de la canastilla



Nota. Elaboración propia

Se recomienda que el diámetro sea el doble del diámetro de la tubería de conducción:

$$D_{canastilla} = 2 \cdot D_a = 2 \cdot 0.10 \text{ m} = 0.20 \text{ m} = 8 \text{ pulgadas}$$

Longitud de la canastilla:

Se recomienda que la longitud sea mayor a 3 veces el diámetro (mínimo), y preferentemente 6 veces:

$$L = 6 \cdot D_a = 6 \cdot 0.10 = 0.60 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

Tabla N° 10

Parámetros

Parámetro	Valor
Diámetro	0.20 m (8")
Longitud	0.60 m

Nota. Elaboración propia

5) Cálculo de rebose y limpia

En las conducciones destinadas al desborde y al vaciado se sugiere una inclinación de 1 al 1.5%; ambas líneas contarán con el mismo ancho interno, determinado mediante la siguiente expresión matemática

$$D_r = 0.71 \cdot \left(\frac{Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \right)$$

Lo cual se deduce que:

- Caudal máximo(jerillo): 7.17l/s= 0.00717 m³/s
- Pérdida de carga recomendado (hf)=0.015m/m

Luego vamos a determinar el diámetro:

$$D_r = 0.71 \cdot \left(\frac{0.00717^{0.38}}{0.015^{0.21}} \right) = 0.2626 \text{ m}$$

$$D_r = 0.2626 \times 39.37 = \boxed{10.34 \text{ pulgadas}}$$

Diámetro comercial recomendado:

$$\boxed{D_r = 10 \text{ pulgadas}}$$

Conducto de desborde

- Caudal máximo jerillo:7.17l/s
- Hf: 0.015 m/m
- Diámetro calculado: 10.34 pulgadas
- Diámetro nominal adoptado: 10 pulgadas

Conducto de limpieza

- Igual de rebose
- Dr: 10 pulgadas

1) Estimación del ancho de la rejilla:

Diámetro del tubo de ingreso (con perforaciones): 4.0 pulgadas

Número de perforaciones: 7

Ancho total de la rejilla: 3.80 metros

2) Longitud entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:

L = 1.27 m (valor técnico asumido)

3) Altura de la cámara húmeda:

Cálculo técnico: 0.80 metros

Altura final adoptada: 1.00 metros

4) Dimensiones del filtro o canastilla:

Diámetro: 4 pulgadas

Longitud: 20.0 cm

Total, de ranuras: 463

5) Sistemas de desborde y drenaje:

Diámetro de la tubería de desborde: 10 pulgadas

Diámetro del conducto de limpieza: 10 pulgadas

4.2.6. configuración del filtro de lecho lento – Jerillo

Tabla N° 11

Filtro de lecho lento – Jerillo

Nº	Información	Unidad	Fórmulas / Referencias	Procesos de Cálculo	Resultados Finales	Unidad
1	Flujo estimado	$Q = 1.42$	l/s	$Q = 1.42 \times 3.6$	$Q = 5.112$	5.112
	Cantidad de módulos	$N = 2$				2
	Ritmo de filtrado	$V_f = 0.15$	m/h			0.15
	Superficie del lecho filtrante por unidad	$A_s = Q/(V_f \times N)$	m ²	$A_s = 5.112 / (0.15 \times 2)$	$A_s = 17.04$	17.04
2	Factor K (mínimo coste)			$K = 2 \times V_f \times (N+1)$	$K = 2 \times 0.15 \times (2+1) = 0.9$	0.9
	Longitud del módulo		m	$L = \sqrt{A_s \times K}$	$L = \sqrt{17.04 \times 0.9}$	3.92
	Ancho de cada celda		m	$A = \sqrt{A_s / K}$	$A = \sqrt{17.04 / 0.9}$	4.35
3	Capacidad del compartimento para sedimentos		m ³	$V = 2 \times A_s \times E \times N_{rasp}$	$V = 2 \times 17.04 \times 0.02 \times 6$	4.09

Nota. Elaboración propia

4.2.7. cálculo de volumen de almacenamiento

Tramo: captación – filtro lento

Tabla N° 12*Volumen de almacenamiento*

TRAMO	Ni	Nj	Tipo de Tubería	Cota inicial (m)	Cota final (m)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Clase de tubería	Diám. comercial (pulg)	Diám. int. (mm)	V (m/s)	hf (m)	Hf total (m)	P ₁ (m.c.a.)
1	Captación	Filtro Lento	Nueva	627	608.71	935	1.42	PVC SP 6"	6"	150	0.57	0.34	0.62	12.4

Nota. Elaboración propia**4.2.8. cálculo de volumen de almacenamiento****Tabla N° 13***Cálculo de volumen de almacenamiento*

AÑO	OFERTA (l/s)	DEMANDA (l/s)	DÉFICIT (l/s)
2019	1.7	0.81	0.89
2020	1.7	0.83	0.87
2021	1.7	0.84	0.86
2022	1.7	0.85	0.85
2023	1.7	0.87	0.83
2024	1.7	0.88	0.82
2025	1.7	0.89	0.81
2026	1.7	0.91	0.79
2027	1.7	0.92	0.78
2028	1.7	0.94	0.76
2029	1.7	0.95	0.75
2030	1.7	0.97	0.73
2031	1.7	0.98	0.72
2032	1.7	1	0.7
2033	1.7	1.01	0.69
2034	1.7	1.02	0.68
2035	1.7	1.04	0.66
2036	1.7	1.05	0.65
2037	1.7	1.07	0.63
2038	1.7	1.08	0.62
2039	1.7	1.09	0.61

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 14*Volumen de almacenamiento para la población proyectada*

AÑO	Población	Oferta (m³/día)	Regulación (12%)	Reserva (0h)	Demanda Incendios	Volumen Almacenamiento (m³/día)	Déficit (m³/día)
2019	1101	150.82	18.1	0	0	18.1	132.72
2020	1117	150.82	18.12	0	0	18.12	132.7
2021	1132	150.82	18.14	0	0	18.14	132.68
2022	1148	150.82	18.16	0	0	18.16	132.66
2023	1164	150.82	18.18	0	0	18.18	132.64
2024	1179	150.82	18.2	0	0	18.2	132.62
2025	1195	150.82	18.22	0	0	18.22	132.6
2026	1210	150.82	18.24	0	0	18.24	132.58
2027	1226	150.82	18.26	0	0	18.26	132.56
2028	1242	150.82	18.28	0	0	18.28	132.54
2029	1257	150.82	18.3	0	0	18.3	132.52
2030	1273	150.82	18.32	0	0	18.32	132.5
2031	1288	150.82	18.34	0	0	18.34	132.48
2032	1304	150.82	18.36	0	0	18.36	132.46
2033	1320	150.82	18.38	0	0	18.38	132.44

Nota. Elaboración propia**4.2.9. Perspectiva global de manejo de amenazas y fragilidad**

Figura N° 11

Perspectiva global de manejo de amenazas y fragilidad



Nota. Elaboración propia

a) Medio ecológico

Para efectuar este diagnóstico en la zona de análisis, se recopiló información directamente en el campo, estableciendo vínculos entre los distintos elementos ecológicos presentes en Jerillo. Un elemento ecológico hace referencia a cualquier componente del entorno, ya sea viviente o no viviente, que influye directamente en los organismos durante alguna etapa de su desarrollo biológico.

se procederá a describir y analizar los elementos ecológicos detectados en el área en función de su clasificación:

Elementos bióticos o biológicos (originados por la existencia de otros seres vivos):

Extracción de recursos naturales:

Los pobladores de Jerillo manifiestan que obtienen medios de subsistencia de su entorno (como la caza de especies silvestres), aunque afirman que actualmente los recursos se han reducido notablemente respecto al pasado. También han venido afectando los ecosistemas forestales a través de actividades agrícolas que no respetan criterios de sostenibilidad.

Elementos abióticos o fisicoquímicos (componentes del entorno fisicoquímico que influyen directamente en los organismos):

Condiciones climáticas: El clima cálido y húmedo de Jerillo favorece una vegetación densa, lo que, a su vez, aporta a una elevada diversidad biológica.

Condiciones edáficas: Las características del suelo inciden en la dinámica fluvial y en el comportamiento del cauce del río; además, la degradación del suelo puede alterar estos procesos y afectar la estabilidad del entorno.

La degradación del suelo . En el caso de Jerillo, la pérdida de la fertilidad del suelo es agravada por la falta de manejo adecuado. Por lo tanto, la tierra se vuelve menos fértil, ya que una vez estuvo cubierta en gran medida por el bosque tropical amazónico. De este modo, el suelo está desprovisto de nutrientes a través del lavado y la escorrentía causados por precipitaciones significativas.

Calidad química del agua. Otra característica preocupante es la diseminación de residuos sólidos disueltos generados por diferentes procesos, como la erosión de las riberas de los ríos y la desintegración de sustancias orgánicas en el agua superficial. Cabe mencionar que en el pasado se informó de derrames de hidrocarburos que tuvieron efectos dañinos en el ecosistema acuático y causaron una serie de problemas para el medio ambiente.

b) Vegetación y fauna silvestre

La identificación de las especies vegetales del área de influencia del proyecto en Jerillo se llevó a cabo mediante exploraciones directas y consultas con los habitantes locales. Se observó que la flora predominante está vinculada principalmente a actividades agropecuarias. Para este diagnóstico, realizado en enero de 2023, se efectuó una revisión bibliográfica específica de cada especie registrada, complementada con la información proporcionada por la población residente:

Tabla N° 15

Vegetación y fauna silvestre

Flora Cultivada (árboles frutales)			
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción	Imagen
Guayaba	<i>Psidium guajava</i>	Árbol frutal de sabor dulce y aroma fuerte	

Naranja	<i>Citrus sinensis</i>	Fruto cítrico comestible de alto consumo	
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Fruta tropical carnosa de textura suave	
Flora Cultivada (actividad agrícola)			
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción	Imagen
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Cultivo básico de consumo familiar	
Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Tubérculo esencial para la dieta	
Maíz	<i>Zea mays</i>	Grano utilizado en diversas comidas	
Flora Silvestre			
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción	Imagen

Cético	<i>Cecropia peltata</i>	Árbol común amazónico con usos ecológicos varios	
Uña de gato	<i>Uncaria tomentosa</i>	Planta medicinal de uso tradicional	
Árboles Maderables			
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción	Imagen
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Madera resistente de alto valor comercial	
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Especie usada en carpintería y construcción	
Fauna en Jerillo			
Animales de crianza			
Nombre Común	Nombre Científico	Usos	Imagen
Gallina	<i>Gallus gallus domesticus</i>	Crianza para alimentación	

Pato	<i>Anas platyrhynchos domesticus</i>	Crianza y venta local	
Cerdo	<i>Sus scrofa domesticus</i>	Consumo familiar y comercialización	
Fauna Silvestre			
Nombre Común	Nombre Científico	Descripción/Usos	Imagen
Añuje	<i>Dasyprocta punctata</i>	Roedor de monte en semicautiverio	
Armadillo	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Especie terrestre de hábitos nocturnos	
Venado	<i>Mazama americana</i>	Observado en zonas boscosas, ocasionalmente cazado	

Nota. Elaboración propia

c) Entorno socioeconómico;

Características de las edificaciones:

Las moradas en la comunidad de Jerillo exhiben un estilo constructivo típico de la región de selva alta; De acuerdo con el levantamiento de información ejecutado en enero del 2023; se obtuvo la siguiente información.

- Utilización de las edificaciones; Según los resultados de la encuesta social aplicada; el 90% de las moradas en Jerillo están destinadas únicamente al uso doméstico; El 10% restante presenta funciones combinadas; tales como tiendas; pequeños emprendimientos o espacios de uso colectivo dentro del mismo inmueble; Estas prácticas reflejan la economía familiar y la versatilidad del espacio habitacional rural;
- Insumos de construcción predominantes; el principal material utilizado en la edificación de las casas es la madera; debido a su accesibilidad local; representando aproximadamente el 70% de las construcciones; Le siguen componentes como quincha (alrededor del 20%) y estera (cerca del 10%); estos materiales permiten enfrentar los efectos del clima cálido y húmedo de la región;

Tabla N° 16

Material habitual en las edificaciones de Jerillo

Categoría	Porcentaje (%)
Adobe o tapia	0
Madera	70
Quincha	20
Estera	10
Total	100

Nota. Encuestas socioeconómicas; enero 2023.

d) Servicios esenciales:

Distribución de agua:

Un 75% de los habitantes de Jerillo acceden al servicio de agua; el cual proviene principalmente de fuentes naturales como quebradas y ojos de agua cercanos; Sin

embargo; el sistema presenta falencias tanto en su equipamiento como en la entrega; originando cortes esporádicos durante el día;

Eliminación de excretas:

Respecto al manejo sanitario; se calcula que el 70% de los hogares cuentan con letrinas elaboradas manualmente; mientras que el 30% restante aún realiza la evacuación al aire libre; especialmente en sectores periféricos de la localidad;

Electricidad:

La comunidad de Jerillo posee un acceso parcial a electricidad; aunque no alcanza al total de los residentes; Las áreas más apartadas todavía dependen de generadores individuales o iluminación mediante paneles solares básicos;

e) Actividades productivas principales:

La economía de Jerillo se sostiene principalmente en la agricultura de subsistencia; con algunos excedentes que se comercializan en mercados locales; Los cultivos más frecuentes son: plátano; cacao; yuca; maíz y papaya; Asimismo; varias familias complementan sus ingresos con la cría de aves de corral (gallinas; patos) y actividades esporádicas de comercio o transporte rural;

f) Patrimonio cultural y reservas ecológicas:

Bienes arqueológicos:

No se ha registrado la existencia de elementos arqueológicos dentro del espacio territorial de Jerillo; No se han documentado restos o construcciones que representen un valor histórico-cultural reconocido por entidades oficiales;

Reservas ecológicas:

Del mismo modo; la localidad de Jerillo no forma parte de ninguna zona reservada o área ecológica protegida; lo que facilita el desarrollo de proyectos comunitarios sin limitaciones asociadas a disposiciones legales sobre conservación ambiental;

4.2.10. Determinación y propiedades de los riesgos potenciales

Amenazas geofísicas, geológicas e hidrometeorológicas

- Sismos

De acuerdo con la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y datos del Centro Nacional de Monitoreo de Riesgos (CENEPRED), la zona de Jerillo se encuentra en una zona de sismicidad media (Zona Sísmica 2), lo que significa que se pueden presentar movimientos telúricos de intensidad moderada. Por tanto, las infraestructuras proyectadas deben considerar este riesgo y aplicar criterios de diseño sismo-resistente, especialmente en estructuras expuestas como captaciones y reservorios.

Figura N° 12

Mapa de zonificación sísmica



Nota. Tomado de RNE (2023).

- **Lluvias torrenciales y vientos fuertes**

Al ser Jerillo una localidad ubicada en la selva alta amazónica, presenta eventos periódicos de lluvias intensas acompañadas de vientos. Según registros locales, algunos techos de calamina han sido afectados en temporadas de lluvia. La

precipitación anual en Jerillo supera los 1,200 mm, siendo más intensas entre los meses de enero a marzo. La dirección dominante del viento es norte con una velocidad media aproximada de 5 km/h.

Figura N° 13

Mapa de lluvias torrenciales y vientos fuertes



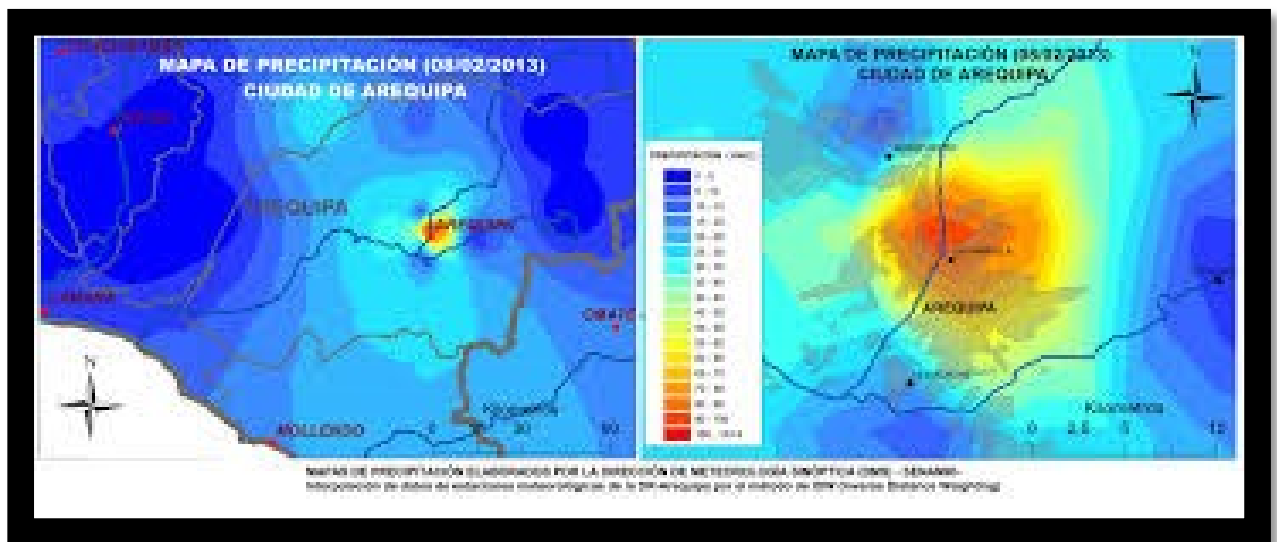
Nota. Tomado de Senamhi (2012)

- **Lluvias intensas**

El SIGRID y el CENEPRED han advertido que en los periodos lluviosos 2022–2023, la zona de Jerillo podría enfrentar acumulaciones hídricas significativas que afectarían la infraestructura vial y agrícola, incrementando el riesgo de anegamientos en zonas bajas o sin drenaje adecuado.

Figura N° 14

Lluvias intensas



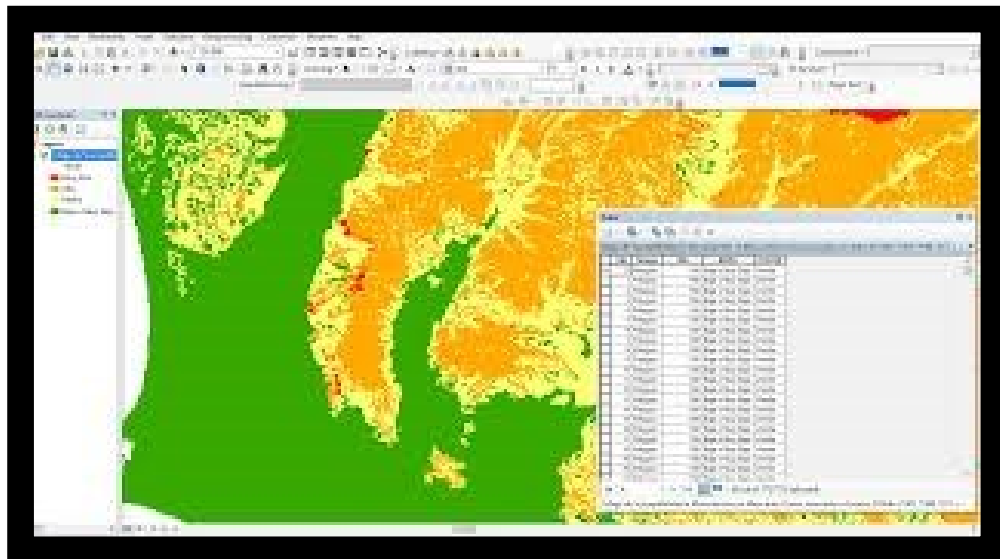
Nota. Elaboración propia

- **Movimiento de masas**

Jerillo presenta pendientes suaves a moderadas, pero en ciertas zonas, especialmente cerca de quebradas o laderas intervenidas por el hombre, se han registrado deslizamientos menores. Las actividades agrícolas intensivas, combinadas con lluvias fuertes, elevan la probabilidad de deslizamientos en taludes inestables.

Figura N° 15

Mapa de movimiento de masas



Nota. Elaboración propia

- **Heladas**

Dado que Jerillo se sitúa en la selva alta, no se presentan heladas meteorológicas frecuentes. Según SENAMHI y mapas del CENEPRED, la ocurrencia de heladas es nula o muy baja (0 a 1 días por año).

Figura N° 16

Mapa de haladas en el Perú



Nota. Elaboración propia

Amenazas antrópicas

- **Contaminación ambiental**

El vertimiento de aguas grises y negras sin tratamiento, debido a la ausencia de un sistema de saneamiento, ha generado impactos negativos en el suelo y fuentes hídricas locales como la quebrada Mishquiyacu. Se ha observado presencia de aguas servidas en zonas abiertas, lo que aumenta el riesgo de enfermedades gastrointestinales y dérmicas. El proyecto contempla la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que corregirá esta situación.

- **Uso de agroquímicos**

No se ha identificado evidencia concluyente de un uso excesivo de fertilizantes químicos o pesticidas. En general, la mayoría de los agricultores mantiene prácticas tradicionales, con una aplicación limitada de agroquímicos.

- **Deforestación**

La expansión de la frontera agrícola ha generado la reducción de la cobertura boscosa en diversas zonas de Jerillo. En ese contexto, la tala sin reposición compromete la estabilidad del suelo, disminuye la infiltración de agua y afecta la biodiversidad. Frente a ello, el proyecto contempla medidas de reforestación compensatoria en las áreas impactadas por la ejecución de obras civiles.

- **Erosión por actividades extractivas**

No se ha registrado actividad minera ni explotación de canteras en la zona de influencia del proyecto.

Otras amenazas

- **Delincuencia y vandalismo**

Jerillo presenta una organización comunal consolidada y un bajo índice delictivo. En consecuencia, no se registran reportes relevantes de actos vandálicos ni de amenazas que comprometan la seguridad del proyecto.

4.1.10.2. Peligros específicos sobre el agua

El actual sistema de captación de agua en Jerillo, que fue construido por la comunidad y la municipalidad en el año 2013, tiene riesgos funcionales y estructurales debido a su antigüedad: las cañerías presentan fugas y el reservorio no cubre y no ha tenido un mantenimiento apropiado. Por lo tanto, con este nuevo proyecto, se garantiza la captación y un sistema de almacenamiento mejorado y hermético continuo 24/7, con cables y una tubería sin interrupciones, con énfasis en la calidad y la sostenibilidad del recurso.

4.1.10.3. Peligros específicos sobre las excretas

Actualmente, el 75% de la población utiliza letrinas rústicas que no cumplen estándares sanitarios, mientras que el 25% restante realiza sus necesidades a campo abierto, lo que representa un riesgo directo de contaminación a los cuerpos de agua y al suelo. El proyecto contempla la instalación de **un sistema completo de tratamiento (PTAR)**, lo que permitirá garantizar el saneamiento básico.

Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en Jerillo

Tabla N° 17

Aspectos generales sobre la ocurrencia de peligros en Jerillo

¿Existen antecedentes de peligros en la zona en la cual se pretende ejecutar el proyecto?				¿Existen estudios que pronostican la probabilidad de peligros en la zona bajo análisis? ¿Qué?			
Peligros	Sí	No	Comentarios	Peligros	Sí	No	Comentarios
Inundaciones	X		Se han reportado crecidas esporádicas del río Jerillo en temporadas de lluvia.	Inundaciones		X	
Lluvias intensas	X		Entre noviembre y abril se presentan lluvias de alta intensidad.	Lluvias intensas	X		Informes climatológicos SENAMHI sobre estacionalidad de lluvias.
Heladas		X	No se presentan debido al clima cálido-húmedo de la región.	Heladas		X	
Friaje / Nevada		X	No se registran eventos de friaje o nevadas en la zona.	Friaje / Nevada		X	
Sismos	X		De acuerdo con el IGP, Jerillo se ubica en una zona de baja sismicidad, lo que sugiere una menor probabilidad de ocurrencia de eventos sísmicos de alta intensidad en el área	Sismos	X		Mapa de Zonificación Sísmica del IGP.
Sequías		X	No se han registrado episodios de sequía prolongada; por el contrario, las condiciones de clima húmedo contribuyen a mantener niveles estables de humedad en el suelo.	Sequías		X	
Huaycos		X	No se ha identificado riesgo de huaycos en la localidad.	Huaycos		X	
Derrumbes	X		En determinadas áreas con pendiente se han observado deslizamientos de pequeña magnitud durante episodios de lluvias intensas.	Derrumbes		X	
Tsunamis		X	No aplica; Jerillo no tiene salida al mar.	Tsunamis		X	
Incendios urbanos		X	No se han reportado casos.	Incendios urbanos		X	
Derrames tóxicos		X	No existen fuentes industriales contaminantes cercanas.	Derrames tóxicos		X	
Otros		X		Otros		X	

Nota. Elaboración propia

Se requiere utilizar los siguientes términos para establecer el grado de peligro:

Periodicidad: La descripción se determina según la recurrencia con la que se manifiestan los eventos peligrosos identificados, ya sea mediante el estudio de antecedentes históricos o a través de herramientas de proyección.

Gravedad: La explicación alude al nivel de impacto que puede ocasionar un evento de riesgo determinado, en función de su intensidad y del alcance territorial potencialmente afectado.

Tabla N° 18

Características de peligros

Peligros	S/N	F (a)	S (b)	Resultado c = a × b
Inundación	X	B (1)	B (1)	1
¿Existen zonas con problemas?	X			
¿Sedimentación en quebrada?	X			
¿Cambia el flujo del río?	X			
Lluvias intensas	X	M (2)	M (2)	4
Derrumbes / Deslizamientos	X	M (2)	M (2)	4
¿Procesos de erosión?	X			
¿Mal drenaje de suelos?	X			
¿Fallas geológicas?	X			
¿Antecedentes de deslizamientos?	X			
¿Antecedentes de derrumbes?	X			
Heladas	X	N (0)	B (1)	0
Friaje / Nevada	X	N (0)	B (1)	0
Sismos	X	B (1)	M (2)	2
Sequías	X	N (0)	B (1)	0
Huaycos	X	N (0)	M (2)	0
Incendios urbanos	X	N (0)	B (1)	0
Derrames tóxicos	X	N (0)	B (1)	0

Otros				
-------	--	--	--	--

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 19

Resultados de peligros que existen en la zona de nuestro proyecto

Nº	PELIGRO IDENTIFICADO	NIVEL DE PELIGRO
P-1	Lluvias intensas	PELIGRO MEDIO
P-2	Derrumbes / Deslizamientos	PELIGRO MEDIO
P-3	Sismos	PELIGRO BAJO
P-4	Inundación	PELIGRO BAJO

Nota. Elaboración propia

4.2.11. Estimación de la Debilidad de los Sistemas desde Perspectivas Cualitativas y Cuantitativas

4.1.11.2. Fragilidad por Exposición Territorial y Debilidad en Infraestructura Proyectada – Jerillo

Evaluación de vulnerabilidad por exposición

Durante los meses de noviembre a marzo, periodo en el que se presentan las lluvias más intensas, la infraestructura del proyecto estará expuesta a precipitaciones abundantes; en contraste, entre abril y octubre, la exposición será menor debido a una disminución en la intensidad pluvial.

Evaluación de vulnerabilidad por fragilidad constructiva

Las instalaciones se implementarán mediante materiales de alta durabilidad y de buena calidad, lo suficiente para alojar los requerimientos técnicos y asegurar su resistencia a través del tiempo. En tanto, se orientará conforme a los criterios técnicos de construcción de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE, en función de las condiciones geográficas y físicas del terreno. Además, es indispensable realizar los estudios especializados, para que los servicios e infraestructuras cuenten con una vida útil de al menos 20 años a pesar de climas extremos.

Evaluación de vulnerabilidad por capacidad de recuperación (resiliencia)

Con el objetivo de contar con un plan de respuesta eficaz ante posibles eventos adversos, y asegurar la continuidad del servicio de agua, se implementarán capacitaciones comunitarias dirigidas a los beneficiarios del proyecto. Estas jornadas estarán centradas en la gestión, operación y mantenimiento del sistema, fortaleciendo así la preparación de la población de Jerillo frente a cualquier escenario de riesgo.

Tabla N° 20

Formato 1°: Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto (Jerillo)

A. Evaluación de vulnerabilidad por exposición (ubicación)				
N°	Pregunta	Sí	No	Comentario
1	¿Se ha seleccionado una zona para el proyecto que evite su exposición a eventuales amenazas?	X		Las lluvias intensas en Jerillo pueden afectar componentes del sistema proyectado..
2	Si la zona seleccionada expone al proyecto a amenazas, ¿es técnicamente viable reubicarlo en un sector con menor nivel de exposición?	X		La posibilidad de reubicación ha sido considerada dentro del estudio preliminar de alternativas.
B. Evaluación de vulnerabilidad por fragilidad (dimensión, tecnología)				
N°	Pregunta	Sí	No	Comentario
1	¿La ejecución de la obra cumple con las disposiciones vigentes relacionadas con su tipo, como la normativa antisísmica?	X		El diseño se rige por el Reglamento Nacional de Edificaciones y por las directrices establecidas por el MVCS.

2	¿Se han incorporado las particularidades geográficas y ambientales del área en la selección de los insumos constructivos, por ejemplo, el uso de madera tratada para condiciones de humedad?	X		Se proyecta la aplicación de productos conservantes a fin de preservar los materiales y mantener su adecuado estado frente a condiciones de humedad.
3	¿Se consideraron los factores geofísicos del entorno en el diseño estructural, como la variación de caudales durante episodios de lluvias intensas?	X		El diseño técnico se sustenta en el análisis topográfico, los estudios de suelos y la caracterización de las fuentes hídricas locales.
4	¿Se consideraron las características de precipitación en el cálculo del tamaño de las estructuras (Ej. captación, bocatoma)?	X		El dimensionamiento se basa en estudios hidrológicos realizados en la cuenca de Jerillo.
5	¿Se propuso una tecnología adecuada a las condiciones físicas del entorno? (Ej. resistencia sísmica si la zona es sísmica)	X		La tecnología estructural propuesta se adapta a riesgos sísmicos identificados.
6	¿La tecnología propuesta se adecua a las condiciones del entorno natural? ¿Se planificó su implementación considerando la temporada seca para minimizar retrasos durante la ejecución?	X		La ejecución de la obra se ha programado para los meses de menor precipitación, con el fin de asegurar la continuidad operativa de las actividades.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 21

Formato 2°: Lista de verificación sobre la generación de vulnerabilidades por exposición, fragilidad o resiliencia en el proyecto

N°	Pregunta	Sí	No	Comentario
----	----------	----	----	------------

1	¿El lugar donde se desarrollará el proyecto presenta antecedentes de eventos adversos (lluvias intensas, derrumbes, sismos, etc.)?	X		Durante la temporada de lluvias se han registrado precipitaciones torrenciales y deslizamientos de pequeña magnitud.
2	¿La propuesta del proyecto incorpora de manera explícita la ocurrencia de posibles eventos naturales en su diseño y en su proceso de implementación?	X		Los diseños técnicos incorporan tanto escenarios de condiciones meteorológicas extremas como las particularidades del terreno propias de Jerillo.
3	¿Se aplicaron criterios de planificación orientados a reducir la vulnerabilidad del proyecto en función de su localización?	X		La ubicación fue definida considerando la topografía del área y la dinámica de escorrentías.
4	¿La infraestructura propuesta incorpora medidas estructurales que refuercen su resistencia ante eventos externos?	X		Se prevé el uso de materiales de mayor resistencia y sistemas de anclaje adecuados para un contexto de lluvias intensas y baja actividad sísmica.
5	¿Se contemplan acciones de capacitación dirigidas a los beneficiarios para fortalecer su capacidad de respuesta ante situaciones de emergencia?	X		Se prevé la realización de talleres comunitarios orientados al manejo del sistema, la prevención y la respuesta frente a posibles amenazas.
6	¿Se ha establecido articulación con instituciones locales o regionales para fortalecer la gestión del riesgo del proyecto en el largo plazo?	X		Se mantiene coordinación con las autoridades distritales para la supervisión técnica y el mantenimiento futuro del sistema.
7	¿El proyecto incorpora medidas no estructurales como campañas informativas, señalización o sistemas de alerta para disminuir su vulnerabilidad?	X		Se incorporarán señalizaciones y planes de contingencia participativos para su aplicación en escenarios de emergencia.
8	¿Se tiene previsto el monitoreo continuo de los factores naturales que podrían afectar la operación del proyecto?	X		El proyecto incorpora un plan de seguimiento climático e hídrico, desarrollado en coordinación con el comité local.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 22

Formato 2°: Determinación del nivel de vulnerabilidad por factores de exposición, fragilidad y capacidad de respuesta (resiliencia)

Categoría de Vulnerabilidad	Variable Analizada	Nivel de Vulnerabilidad
Exposición	(A) Ubicación del proyecto respecto a zonas de amenaza	Alto
	(B) Condiciones del terreno	Medio
Fragilidad	(C) Tipo de edificación	Bajo
	(D) Aplicación de normas técnicas de construcción	Bajo
Resiliencia	(E) Actividades económicas de la población	Medio
	(F) Grado de carencia económica de la población	Alto
	(G) Participación de entidades locales en el territorio	Bajo
	(H) Organización social comunitaria	Medio
	(I) Nivel de conocimiento en gestión de riesgos por parte de la población	Medio
	(J) Reacción de la población frente a amenazas naturales	Medio
	(K) Disponibilidad de fondos para respuesta ante situaciones de emergencia	Bajo

Nota. Elaboración propia

ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD PARA EL PELIGRO: LLUVIAS INTENSAS				
FRAGILIDAD				
	ALTA	MEDIA	BAJA	
Nivel de vulnerabilidad por LLUVIAS INTENSAS:	Construcciones con diseño estructural y materiales inadecuados para soportar precipitaciones fuertes. Las instalaciones permiten la entrada de agua fácilmente. El diseño de las conexiones no considera suelos blandos ni la socavación por escorrentías. No se aplicaron obras de refuerzo como defensas ribereñas, drenajes o muros de contención.	Se plantea una infraestructura con soluciones estructurales y materiales que ofrecen una resistencia intermedia frente a lluvias intensas. Si bien el ingreso de agua logra contenerse de manera parcial, no se incorporan medidas complementarias en el área de implantación ni se dispone de estrategias de mitigación suficientes, como sistemas adecuados de evacuación o drenaje pluvial.	Instalaciones diseñadas con materiales y estructuras que soportan eficazmente la entrada de agua y presentan buena impermeabilización. Se han aplicado elementos de protección como canales de drenaje, muros de contención y defensas ribereñas para minimizar la erosión	
Infraestructura: SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE JERILLO				
EXPOSICIÓN				
Nivel	Descripción	Alta fragilidad	Media fragilidad	Baja fragilidad
ALTA	La zona de Jerillo presenta fuertes lluvias de manera continua, provocando erosión superficial significativa.	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA
MEDIA	Las precipitaciones se registran, en general, con intensidad moderada, y la escorrentía superficial mantiene un comportamiento regular.	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA
BAJA	Las lluvias se presentan de manera esporádica y con baja intensidad,	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD BAJA	VULNERABILIDAD BAJA

	por lo que la erosión del suelo se mantiene en niveles mínimos.			
--	---	--	--	--

Tabla N° 23

Tipología de peligros lluvias intensas

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 24*Diagnóstico de la vulnerabilidad de los sistemas proyectados*

COMPONENTE	SISMOS	DERRUMBES	LLUVIAS INTENSAS
SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA LOCALIDAD DE JERILLO	MEDIA VULNERABILIDAD	MEDIA VULNERABILIDAD	MEDIA VULNERABILIDAD
	Dependiendo de su intensidad, los sismos en la localidad de Jerillo pueden generar fracturas en el suelo y subsuelo, debilitamiento de estructuras y afectación de bases de soporte debido a la vibración del terreno. Estas condiciones, sumadas a la topografía accidentada del área, podrían provocar daños estructurales en las instalaciones del sistema.	En Jerillo, el colapso por derrumbe puede originarse por deslizamientos de material superficial o por la inestabilidad de laderas asociada a procesos de erosión y saturación del suelo. En este escenario, variables como las lluvias intensas, la posible presencia de fallas geológicas y eventuales deficiencias constructivas tienden a incrementar la vulnerabilidad de la infraestructura frente a este tipo de eventos.	La localidad de Jerillo muestra una vulnerabilidad relevante frente a episodios de lluvias intensas, los cuales elevan la probabilidad de deslizamientos progresivos en zonas con pendiente. Estas precipitaciones pueden saturar el suelo, intensificar la erosión y favorecer infiltraciones que, en conjunto, comprometen la durabilidad de la infraestructura y el funcionamiento del sistema de agua y alcantarillado.

Nota. Elaboración propia**4.1.12. Planificación de la Respuesta a Riesgos y Asignación de Riesgos****a) Riesgo de inexactitudes o fallos en el diseño técnico.**

Podría haber incertidumbre con respecto a que se pierdan errores o problemas en la fuente debido a la fase de desarrollo técnico en Jerillo, lo que afecta aún más los costes mencionados y reduce la fiabilidad con respecto a la verdadera calidad obtenible o incluso amenaza con modificar esfuerzos humanos adecuados. Por última vez, la implementación del proyecto sería extremadamente retrasada.

Tabla N° 25*Identificación y análisis de respuestas a riesgos – localidad de Jerillo*

N°	Elemento	Detalle
1	Número y Fecha del Documento	Número: 002-2025
		Fecha: 14/05/2025
2	Nombre del Proyecto	Evaluación de vulnerabilidades y formulación del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo
	Ubicación Geográfica	Jerillo – Provincia de moyobamba – Región San Martín
3	Código de Riesgo	R001
	Descripción del Riesgo	Posibilidad de que se presenten imprecisiones o fallas en el diseño técnico que impacten en los costos, calidad de la infraestructura y cronograma
	Causas Generadoras	- Causa 1: Levantamiento deficiente de datos en campo
		- Causa 2: Errores en métricas, costos y estructuración técnica
4	Probabilidad de Ocurrencia	Moderada (0.50)
	Impacto en la Ejecución de la Obra	Moderado (0.20)
	Priorización del Riesgo	Puntaje: 0.10
		Clasificación: Moderado
5	Estrategia	Mitigar el riesgo
	Desencadenante del Riesgo	- Toma de datos técnicos deficiente
		- Errores en presupuesto, metrados y cronograma técnico
	Acciones para Responder al Riesgo	- Asignar personal técnico especializado en levantamiento de información
		- Incorporar profesional experto en expedientes técnicos

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 26

Formato para asignar los riesgos – Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 002-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Evaluación de vulnerabilidades y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de moyobamba – Región San Martín
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R001
3.2 Descripción del Riesgo	Posibilidad de errores o deficiencias en el diseño técnico que afecten el costo, la calidad estructural del sistema y generen retrasos en la ejecución del proyecto.
3.3 Priorización del Riesgo	Prioridad: Moderada
4. PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS	
4.1 Estrategia Seleccionada	☒ Mitigar el Riesgo
	☐ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo
4.2 Acciones a Realizar	- Asignar personal técnico calificado para las labores de campo.
	- Incluir un equipo profesional con experiencia comprobada en la formulación de expedientes técnicos.
4.3 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

b) Riesgo vinculado a la ejecución de obra que ocasiona incrementos presupuestarios y/o extensiones en los tiempos programados.

En la localidad de Jerillo, se identifica una contingencia durante la fase constructiva que podría derivar en aumentos no previstos en el presupuesto y/o prolongaciones

en la duración del proyecto. Este riesgo puede originarse por una variedad de motivos, tales como dificultades técnicas, condiciones medioambientales, exigencias normativas o determinaciones adoptadas por los distintos actores que participan en el desarrollo del proyecto.

Tabla N° 27

Identificar y analizar respuestas a riesgos

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 003-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Evaluación de vulnerabilidades y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de moyobamba – Región San Martín
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código del Riesgo	R002
3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo asociado a la ejecución de la obra que podría ocasionar incrementos en el presupuesto y/o demoras en el plazo previsto, originado por aspectos técnicos, ambientales, normativos o decisiones tomadas por los actores participantes.
3.3 Causa Generadora	Causa N.° 1: Deficiente organización y calendarización de las fases del proyecto.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 28

Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo

Probabilidad de Ocurrencia	Valor	Impacto en la Ejecución de la Obra	Valor
Moderada	0.5	Alto	0.4
Puntaje del Riesgo (Pxl)	0.2	Clasificación del Riesgo	Alta Prioridad

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 29

Plan de respuesta al riesgo – Jerillo

Sección	Contenido
4.1 Estrategia Seleccionada	☐ Mitigar el Riesgo
	☒ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo

4.2 Disparador del Riesgo	Planificación y programación insuficiente de las actividades del proyecto.
4.3 Acciones para la Respuesta	- Incorporar especialistas en programación de obras. - Validar cronogramas mediante revisiones técnicas antes de iniciar la ejecución.
4.4 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

c) Riesgo relacionado con la disposición forzada de predios.

Además, los riesgos que existen en Jerillo están asociados con la aparición de conflictos sobre la ocupación o confiscación compulsoria de tierras y pueden llevar a un aumento en los costos estimados del proyecto y la indisponibilidad oportuna de los espacios requeridos para la implementación de la infraestructura. Como resultado, el inicio de las actividades de construcción puede posponerse y los costos adicionales imprevistos pueden surgir durante la construcción.

Tabla N° 30

Identificar y analizar respuestas a riesgos – Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 004-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de Moyobamba – Región San Martín
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código del Riesgo	R004

3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo de carácter geológico/geotécnico vinculado a variaciones imprevistas en las condiciones del terreno o del subsuelo respecto a lo considerado en los estudios previos de formulación, lo que podría derivar en incrementos presupuestarios y/o retrasos en la ejecución de la infraestructura.
3.3 Causas Generadoras	- Causa 1: Inestabilidad del suelo asociada a movimientos telúricos o a procesos de deslizamiento.
	- Causa 2: Deficiencias en la elaboración de los estudios de mecánica de suelos durante las etapas preliminares del diseño.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 31

Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo

Probabilidad de Ocurrencia	Valor	Impacto en la Ejecución de la Obra	Valor
Baja	0.3	Alto	0.4
Puntaje del Riesgo (PxI)	0.28	Clasificación del Riesgo	Alta Prioridad

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 32

Plan de respuesta al riesgo – Jerillo

Sección	Contenido
4.1 Estrategia Seleccionada	☒ Mitigar el Riesgo
	☐ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo
4.2 Disparador del Riesgo	Identificación inadecuada de las condiciones del entorno geológico y del subsuelo en la zona de intervención.

4.3 Acciones para la Respuesta	- Desarrollar estudios geológicos y geotécnicos completos y actualizados para sustentar técnicamente la ejecución del proyecto.
4.4 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

d) Riesgo vinculado a condiciones geológicas o geotécnicas imprevistas.

En el caso de Jerillo, el riesgo se refiere a nuestra percepción de posibles discrepancias entre las verdaderas características superficiales y subterráneas de la tierra y lo que pensamos que son según los estudios que se realizaron durante la fase de planeación y diseño del proyecto. De ser así, este tipo de diferencia conducirá a posibles implicaciones financieras no previstas y retrasos en la construcción de obras de infraestructura.

Tabla N° 33

Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 004-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo.
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de Moyobamba – Región San Martín
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R004
3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo relacionado a aspectos geológicos o geotécnicos, caracterizado por variaciones no previstas en las condiciones físicas del terreno o del subsuelo, distintas a las contempladas en los estudios iniciales de planificación, que podrían causar incrementos en los costos o ampliaciones en los plazos constructivos.

3.3 Causas Generadoras	- Causa 1: Inestabilidad del terreno por movimientos telúricos.
	- Causa 2: Deficiencias en la elaboración de estudios de mecánica de suelos, utilizados para la cimentación y clasificación del terreno.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 34

Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo

Probabilidad de Ocurrencia	Valor	Impacto en la Ejecución de la Obra	Valor
Baja	0.3	Alto	0.4
Puntaje del Riesgo (PxI)	0.28	Clasificación del Riesgo	Alta Prioridad

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 35

Formato para asignar los riesgos – Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 004-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo.
	Ubicación Geográfica: Jerillo – moyobamba – San Martín
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R004
3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo geológico/geotécnico identificado por discrepancias entre las condiciones reales del subsuelo y las previstas en los estudios de fase de formulación, que podrían traducirse en sobrecostos o aplazamientos en la ejecución.
3.3 Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad

4. PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS	
4.1 Estrategia Seleccionada	☒ Mitigar el Riesgo
	☐ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo
4.2 Acciones a Realizar en el Marco del Plan	- Desarrollar estudios detallados en geotecnia y geología antes del inicio de la obra.
4.3 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

e) Riesgos originados por circunstancias extraordinarias o hechos impredecibles.

En Jerillo: en esta localidad, se identificaron los peligros provenientes de situaciones excepcionales o eventos inesperados cuya ocurrencia no puede ser anticipada y culpada a cualquiera de las partes involucradas en el proyecto. Los hechos como desastres naturales, condiciones climáticas extremas, emergencias sociales pueden influir en el desarrollo, la programación o factibilidad de las obras previstas.

Tabla N° 36

Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 005-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo.
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de Moyobamba – Región San Martín
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R005
3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo derivado de circunstancias impredecibles o de fuerza mayor, cuyas causas no pueden ser atribuidas a ninguna de las partes involucradas en el proyecto.

3.3 Causas Generadoras	- Causa 1: Ocurrencia de fenómenos extraordinarios durante la ejecución del proyecto, como eventos naturales o emergencias de carácter social.
	- Causa 2: Eventos fortuitos que comprometen el inicio o la continuidad de los trabajos.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 37

Análisis cualitativo del riesgo – Jerillo

Probabilidad de Ocurrencia	Valor	Impacto en la Ejecución de la Obra	Valor
Baja	0.3	Baja	0.1
Puntaje del Riesgo (PxI)	0.03	Clasificación del Riesgo	Baja Prioridad

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 38

Formato para asignar los riesgos – Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 005-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo.
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Moyobamba – San Martín
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R005

3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo provocado por eventualidades excepcionales o imprevistas durante la ejecución del proyecto, que no son atribuibles a ninguna de las partes responsables.
3.3 Prioridad del Riesgo	Baja Prioridad
4. PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS	
4.1 Estrategia Seleccionada	☐ Mitigar el Riesgo
	☒ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo
4.2 Acciones a Realizar en el Marco del Plan	- Realizar talleres de capacitación y sesiones de inducción continua por parte del área de seguridad del proyecto.
4.3 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

f) Riesgos relacionados con incidentes durante la ejecución y afectaciones a personas externas.

En jerillo, los trabajos de construcción son una tarea peligrosa, impulsora de ciertos peligros que amenazan la seguridad de los trabajadores y cualquier individuo en el área intervención. estos riesgos incluyen accidentes laborales y afectación física o material a terceros; consecuencias legales, financieras y de imagen que pueden obstaculizar la ejecución del proyecto.

Tabla N° 39

Identificar y analizar respuestas a riesgos – localidad de Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 006-2025
	Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo.
	Ubicación Geográfica: Jerillo – Provincia de Moyobamba – Región San Martín
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R006

3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo asociado a accidentes durante la ejecución de obras civiles, que puedan afectar la integridad física de los trabajadores o de personas ajenas al proyecto que transiten o residan en áreas colindantes.
3.3 Causa Generadora	Causa N.º 1: Desconocimiento de los factores que provocan incidentes laborales o afectaciones a terceros, así como prácticas inadecuadas de seguridad.

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 40

Análisis del riesgo

Probabilidad de Ocurrencia	Valor	Impacto en la Ejecución de la Obra	Valor
Baja	0.3	Moderada	0.2
Puntaje del Riesgo (PxI)	0.4	Clasificación del Riesgo	Alta Prioridad

Nota. Elaboración propia

Tabla N° 41

Formato para asignar los riesgos – Jerillo

Sección	Contenido
1. NÚMERO Y FECHA DEL DOCUMENTO	Número: 006-2025 Fecha: 14/05/2025
2. DATOS GENERALES DEL PROYECTO	Nombre del Proyecto: Estudio de vulnerabilidad y diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Jerillo. Ubicación Geográfica: Jerillo – moyobamba – San Martín
3. INFORMACIÓN DEL RIESGO	
3.1 Código de Riesgo	R006
3.2 Descripción del Riesgo	Riesgo relacionado con accidentes durante la fase constructiva que puedan afectar a los trabajadores o causar perjuicio a personas externas al proyecto.
3.3 Prioridad del Riesgo	Alta Prioridad
4. PLAN DE RESPUESTA A LOS RIESGOS	

4.1 Estrategia Seleccionada	☐ Mitigar el Riesgo
	☒ Evitar el Riesgo
	☐ Aceptar el Riesgo
	☐ Transferir el Riesgo
4.2 Acciones a Realizar en el Marco del Plan	- Realizar capacitaciones continuas y sesiones de inducción en seguridad ocupacional.
	- Supervisar el correcto uso de equipos de protección personal (EPP).
4.3 Riesgo Asignado a	☒ Entidad Ejecutora
	☒ Contratista

Nota. Elaboración propia

4.1.13. Plan de contingencia ante la presencia de emergencias o desastres

Con el propósito de estar debidamente preparados frente a cualquier eventualidad que pudiera surgir durante la ejecución de las actividades constructivas, se plantea un conjunto de protocolos y acciones estratégicas orientadas a brindar una respuesta oportuna, adecuada y eficaz ante la aparición de incidentes o emergencias en el marco del desarrollo del proyecto. estas acciones comprenden:

detección y comunicación inmediata: ante la identificación de cualquier evento inesperado, se deberá informar de forma directa e inmediata al residente de obra, así como a los responsables de las áreas de seguridad ocupacional, salud e higiene y gestión ambiental.

valoración e intervención inicial: A ocurrido, las personas responsables en seguridad, salud y medio ambiente evaluarán la magnitud del problema y activarán las acciones de mitigación, control y limitación pertinente.

Control y respuesta operativa: la capacitación del personal técnico y operativo del proyecto les permitirá reaccionar de forma eficaz a los escenarios de emergencia, aplicando los procedimientos del plan de respuesta,

Tabla N° 42

Control y Respuesta fases

Fase	Acciones Clave
Antes del Evento	- Monitorear constantemente los informes meteorológicos oficiales.
	- En áreas con condiciones de terreno inestable, el responsable del equipo, en coordinación con el personal a su cargo, debe efectuar una inspección previa y mantener una supervisión continua durante la ejecución de las excavaciones.
	- Implementar un sistema de comunicación mediante señales entre los operadores de maquinaria y el personal de apoyo, a fin de asegurar una identificación clara y oportuna de posibles peligros.
	- Delimitar y señalizar de manera adecuada las zonas de seguridad, con el propósito de facilitar el resguardo del personal en caso de evacuación.
	- Capacitar a todo el personal en el reconocimiento de la intensidad de las precipitaciones y en la identificación de plataformas con baja estabilidad.
Durante el Evento	- Identificar las áreas vulnerables a precipitaciones intensas debido a la inestabilidad del terreno y comunicar esta condición a todo el personal en campo.
	- Según el nivel de peligro, suspender las actividades y activar el protocolo de comunicación con el centro de operaciones de emergencia.
	- Tras la evaluación correspondiente, interrumpir por completo las labores si el riesgo se mantiene.
	- Reubicar al personal en zonas seguras, alejadas de las áreas expuestas, y señalizar adecuadamente el sector afectado.
	- En caso de que existan personas lesionadas que requieran evacuación, activar los protocolos de emergencia establecidos.
Después del Evento	- Realizar una inspección detallada del área afectada y de la infraestructura para detectar posibles zonas inestables.
	- Iniciar el retiro del material acumulado a causa de las lluvias.
	- Ejecutar labores de limpieza en las zonas afectadas.
	- Un representante local elaborará un informe técnico que detalle el evento, sus impactos y las acciones implementadas.

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el marco del presente estudio, se identificó como fuente principal de abastecimiento el río Mayo, ubicado en las proximidades del ámbito territorial de la localidad de Jerillo, en la provincia de Rioja, región San Martín. Esta fuente hídrica superficial ha sido seleccionada debido a su caudal continuo, accesibilidad técnica y favorable calidad natural, factores que lo hacen adecuado para ser empleado en el sistema proyectado de agua potable destinado a abastecer a las zonas de Buenos Aires, Vista Alegre y otros sectores cercanos a la jurisdicción de Jerillo.

Por otro lado, los estudios técnicos realizados presentan que el caudal mínimo registrado del río Mayo durante los periodos de estiaje es mucho mayor que el flujo medio diario que la demanda proyectada requeriría, de la cual se desprende la suficiencia de este recurso de forma ininterrumpida a lo largo del año; Por lo tanto, la cantidad de agua disponible garantiza que incluso en los momentos más críticos del régimen hidrológico, la continuidad del abastecimiento esté garantizada, al igual que su operatividad a largo plazo, sin infringir sobre el medio ambiente ni con cualquier otro usuario de las aguas abajo del río. En adición a la cantidad, se efectuó una evaluación adicional sobre la calidad del agua que el río Mayo presenta en el punto de toma proyectado; un muestreo representativo en condiciones controladas de recolección fue llevado a cabo, asegurando que durante este proceso no son afectadas físicoquímica ni microbiológicamente el recurso disponible, etapa crucial para determinar la adecuación o no del recurso utilizable con respecto a la exigencia para consumo humano.

Los ensayos de laboratorio incluyeron análisis físicoquímicos (color, turbidez, pH, conductividad, entre otros), microbiológicos (coliformes totales y fecales) y la detección de metales pesados (como arsénico, plomo y mercurio), tomando como referencia los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano aprobado por el Ministerio de Salud; los resultados obtenidos demostraron que el agua del río Mayo cumple con los límites permisibles, siempre y

cuando se realice una adecuada desinfección mediante cloración previa a su distribución a la población usuaria.

En virtud de lo anterior, los resultados presentados avalan técnica y normativamente la factibilidad y viabilidad del proyecto de sistema de agua propuesto para Jerillo, y afirman que tanto el recurso disponible, en términos de cantidad, proveencia y potencial costo, como su calidad intrínseca en términos de tratabilidad, se enmarcan en los perfiles previstos para un recurso acorde con los objetivos del proyecto. Por ende, se puede stipular que el río Mayo es fuente segura, confiable y eficiente, capaz de proveer un agua apta, incluso bajo los escenarios de alteración posibles, para un servicio continuo y de calidad a la población de Jerillo, bajo los cauces y preceptos dictado por el marco normativo involucrado.

5.2.1 INFORME DE ENSAYO

INFORME DE ENSAYO N° 3410/2024

FR 044

N° de Orden de Servicio	: ITS32610A
N° de Protocolo	: 31640
Ciente	: MARIO JACKSON WAMPANKIT ARZUBIALDE
Dirección	: Jerillo, distrito de Jepelacio, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, Perú.I
Procedencia de la Muestra	: Proporcionado por el Cliente MANANTIAL PRINCIPAL DE JERILLO NOMBRE DEL PROYECTO: NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN JERILLO Y ESTUDIO DE VULNERABILIDAD, 2024.
Muestra(s) Declarada(s)	: AGUAS NATURALES / AGUA SUBTERRANEA
Cantidad de Muestra(s) para Ensayo	: 01 MUESTRA
Forma de Presentación	: 05 FRASCOS PLASTICOS x 500 ml 14 FRASCOS PLASTICOS x 1 LITRO 03 FRASCOS PLASTICOS x 100 ml 02 FRASCOS PLASTICOS AMBAR x 1 LITRO 01 FRASCO PLASTICO AMBAR x 500 ml 02 FRASCOS VIDRIOS AMBAR x 1 LITRO 04 FRASCOS PLASTICOS x 250 ml 01 FRASCO PLASTICO AMBAR x 250 ml 01 FRASCO PLASTICO ESTERIL x 250 ml
Fecha de Recepción de Muestra(s)	: 2024-03-24
Fecha de Inicio de Análisis	: 2024-03-24
Fecha de Fin de Análisis	: 2024-03-29
Fecha de Emisión de Informe	: 2024-03-29

Codificación y Resultados

Código de Laboratorio	50864		
Código de Punto de Muestreo	001		
Descripción del Punto de Muestreo	POLO TUBULAR		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	24/03/2024 18:00		
Fecha Final / Hora de Muestreo	29/03/2024 18:00		
Coordenadas del Punto de Muestreo	E 2880070 N 9324483		
Tipo de Ensayo	LC	Unidades	Resultados
Parámetros Biológicos			
Organismos de Vida Libre (Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos))	1	Org/L	<1
Fitoplancton (Algas)	1	Org/L	<1
Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos)	1	Org/L	<1
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes o fecales	1,8	NMP/100ml	23
Coliformes totales	1,8	NMP/100ml	33
Escherichia coli	1,8	NMP/100ml	< 1,8
Parámetros Parasitológicos			
Huevos de helmintos, Acanthocephala (Macracanthorhynchus sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Taenia sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Dipylidium sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Hymenolepis sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Cestoda (Diphyllobotrium sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Ascaris sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Ancylostoma sp. / Necator sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Trichuris sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Capillaria sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Trichostrongylus sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Strongyloides sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Nematoda (Enterobius sp.)	1	Org/L	< 1

1 de 3

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Versión: 10 Fecha de revisión: 29/03/2024

INFORME DE ENSAYO N° 3410/2024

Huevos de helmintos, Trematoda (Fasciola hepatica)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Schistosoma sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Clonorchis sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Echinostoma sp.)	1	Org/L	< 1
Huevos de helmintos, Trematoda (Paragonimus sp.)	1	Org/L	< 1
Larvas de helmintos	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Entamoeba sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Endolimax sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Blastocystis sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Iodamoeba sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Amebas (Acanthamoeba sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Flagelados (Giardia sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Ciliados (Balantidium sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Isospora sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Cryptosporidium sp.)	1	Org/L	< 1
Quistes, ooquistes de Esporozoarios (Cyclospora sp.)	1	Org/L	< 1
Parámetros Fisicoquímicos			
Sulfato	0,6	mg (SO4)2-/L	2,7
Aceites y Grasas (AyG)	10,0	mg/L	11,8
Cianuro Libre	0,007	mg/L	< 0,007
Cianuro Total	0,007	mg CN/L	0,008
Cloruros	1	mg Cl-/L	7
Color	4,7	Pt-Co	10,6
Conductividad	0,01	uS/cm a 25,0°C	46,1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	mg/L	30,8
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	4,1	mg/L	97,8
Dureza Total	1	mg CaCO3/L	20
Fenoles	0,004	mg/L	0,064
Fluoruros	0,2	mg F-/L	<0,20
Nitratos	0,04	mg NO3-N/L	0,06
Nitritos	0,001	mg NO2-N/L	0,002
Fósforo total	0,009	mg/L	0,015
Sólidos Totales Disueltos (TDS)	4	mg/L	31
Turbidez	0,25	NTU	180

Observaciones

- LC: Límite de cuantificación

Metodologías

Tipo de ensayo	Norma de Referencia
Aceites y grasas (AyG)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 24th Ed. 2023. Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
Cianuro Libre	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ J, E 23rd Ed. 2017 / ASTM D7237-18 (VALIDADO - Modificado). 2017. Cyanide. Cyanogen Chloride /Standard Test Method for Free Cyanide and Aquatic Free Cyanide with Flow Injection Analysis (FIA) Utilizing Gas Diffusion Separation and Amperometric Detection
Cianuro Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN ⁻ C,E, 24rd Ed. 2023. Cyanide. Total Cyanide after Distillation / Colorimetric Method.
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 24th Ed. 2023. Chloride. Argentometric Method
Coliformes termotolerantes o fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Color	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 24th Ed. 2023. Color. Spectrophotometric - Single - Wavelength Method(Proposed)
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 24th Ed. 2023. Conductivity. Laboratory Method
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 24th Ed. 2023. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Demanda química de oxígeno (D.Q.O.)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 24th Ed. 2023. Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux, Colorimetric Method.
Dureza total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340-C, 24th Ed. 2023 Hardness. EDTA Titrimetric Method
Escherichia coli	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F 1, 24th Ed. 2023. Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the

2 de 3

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Versión: 10 Fecha de revisión: 29/03/2024

INFORME DE ENSAYO N° 3410/2024

	Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate . Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)
Fenoles	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5530 B,C, 24th Ed. 2023. Phenols. Cleanup Procedure. Chloroform Extraction Method.
Fluoruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F ⁻ C, 24 Th Ed. 2023. Fluoride. Ion-Selective Electrode Method
Fósforo total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B,E, 24th Ed. 2023. Phosphorus. Sample Preparation. Ascorbic Acid Method
Huevos de helmintos (Cuantitativo)	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Bailenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance) 2023. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Bailenger modificado.
Larvas de helmintos (Cuantitativo)	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Bailenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance) 2023. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Bailenger modificado.
Nitratos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₃ - E, 24th Ed. 2023. Nitrogen (Nitrate). Cadmium Reduction Method
Nitritos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO ₂ ⁻ B, 24th Ed. 2023. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method
Organismos de Vida Libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (Protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos en todos sus estadios evolutivos)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.2, F.2. a, F.2.c.1, 24th Ed. // SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 G, 24th Ed. 2023. Plankton. Concentration Techniques. Sedimentation/Settling. Phytoplankton Counting Techniques. Counting procedures // Plankton. Zooplankton Counting Techniques.
Quistes y ooquistes de protozoarios patógenos (Cuantitativo)	OMS. Rachel M. Ayres & D. Duncan Maria. Item 2.1 Método Bailenger modificado. 1997. Validado (modificado). Validado (Aplicado fuera del alcance) 2023. Análisis de aguas residuales para su uso en agricultura. Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio. Item 2.1 Método Bailenger modificado.
Sólidos totales disueltos (TDS)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 24th Ed. 2023. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Sulfato	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-SO ₄ ²⁻ E, 24th Ed. 2023. Sulfate. Turbidimetric Method
Turbidez	SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023. Turbidity. Nephelometric Method

Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.

Fin de Documento

3 de 3

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERÚ S.A.C.

Versión: 10 Fecha de revisión: 29/03/2024

5.2 CONCLUSIONES

- Desde un punto de vista cuantitativo, con base en el estudio técnico-hidráulico realizado para el SA Jerillo, es posible confirmar la viabilidad del proyecto. El caudal mínimo registrado en el río Mayo, durante el periodo de estiaje, de 1.43 l/s fue significativamente superior al caudal medio diario de diseño requerido de 1.30 l/s. Esta cantidad demuestra que la oferta hídrica natural de la fuente seleccionada es suficiente para satisfacer las demandas actuales y futuras; además, al ser la oferta hídrica de la fuente mayor y estable en periodos críticos, el sistema es sostenible, no imponiéndose riesgos en contra del ecosistema ni en contra del abastecimiento de las comunidades de aguas abajo.
- La calidad del agua captada del río Mayo se ajusta a los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano del Ministerio de Salud. Los análisis físico-químicos, microbiológicos y de metales pesados realizados en laboratorio evidenciaron que el recurso es apto para consumo humano siempre que reciba un tratamiento básico de cloración. En la medida en que estos resultados validan el sistema desde un enfoque técnico y sanitario, la propuesta gana viabilidad y puede ofrecer un suministro más seguro, con potencial para disminuir la incidencia de enfermedades de transmisión hídrica en la población.
- El sistema de diseño propuesto considera una solución integral que incluye componentes como captación, conducción, almacenamiento, filtración y red de distribución, todos ellos dimensionados de acuerdo a las condiciones topográficas, hidrológicas y demográficas de Jerillo; el sistema aprovecha la gravedad como principio hidráulico, reduciendo los costos operativos y garantizando una operación eficiente; la selección de materiales y tecnologías responde a criterios de durabilidad, adaptabilidad al entorno y mantenimiento sostenible en el tiempo.
- La tasa de crecimiento poblacional de Jerillo (1.71%), proyectada hasta 2033, se utilizó como base para el dimensionamiento de la infraestructura, garantizando la cobertura de una población futura superior a 1,300 habitantes. Este enfoque evidencia un horizonte de planificación de al menos diez años, lo

que reduce la probabilidad de obsolescencia temprana y facilita ampliaciones o ajustes futuros sin necesidad de una reconstrucción total. En ese sentido, la previsión demográfica aporta a la resiliencia del sistema.

- En el estudio de vulnerabilidad se identificaron amenazas naturales y antrópicas que podrían incidir en la operación del sistema, entre ellas lluvias intensas, deslizamientos, sismos, deforestación y contaminación por aguas residuales. No obstante, se determinó que el nivel de riesgo para los componentes es moderado, debido a que el diseño incorporó criterios de ingeniería sismorresistente, drenajes pluviales y una adecuada separación técnica entre estructuras hidráulicas y zonas con inestabilidad. En conjunto, estas medidas refuerzan la seguridad y la continuidad funcional ante escenarios adversos.
- La evaluación socioeconómica evidenció condiciones de pobreza comunal y una economía principalmente sustentada en la agricultura de subsistencia. Aun así, la disposición de la población para colaborar en la operación y el mantenimiento fue mayoritariamente favorable. Se destacó, además, que la capacitación técnica de los usuarios y el respaldo de líderes comunitarios constituyen factores clave para sostener la gestión operativa y fortalecer la apropiación social del proyecto.
- Considerando que alrededor del 75% de la población de Jerillo se abastece de fuentes no tratadas como quebradas o nacientes y que en más del 25% de los hogares no existe un sistema seguro de disposición de excretas, la comunidad enfrenta un escenario de riesgo sanitario elevado. En este marco, la propuesta que integra un sistema de agua potable y una planta de tratamiento de aguas residuales se configura como una intervención estratégica, con potencial para mejorar de manera sustantiva la salud pública y el bienestar general.
- El análisis técnico-financiero identificó riesgos vinculados a posibles fallas de diseño, dificultades durante la ejecución, conflictos por el uso de predios y condiciones geotécnicas imprevistas. Sin embargo, se plantearon planes de respuesta orientados a reducir estos riesgos, definiendo responsabilidades específicas tanto para la entidad ejecutora como para el contratista. Esta gestión anticipada fortalece la gobernanza del proyecto y favorece una ejecución más eficiente y transparente.

- La inclusión de tecnologías como filtros de lecho lento y sistemas captación por gravedad, evidencian que soluciones de bajo costo y alto rendimiento pueden ser implementados en contextos rurales como Jerillo; no sólo la huella ambiental disminuye, sino que son accesibles para comunidades con baja capacidad de inversión y mantenimiento y promueven la transferencia de conocimientos locales para su operación a largo plazo.
- Se adoptó un enfoque participativo a través de entrevistas, talleres y procesos de validación comunitaria, lo que permitió ajustar el diseño a las necesidades reales de la población. Esta metodología favorece una mayor aceptación social, disminuye la resistencia al cambio y fortalece la corresponsabilidad en la gestión del recurso hídrico. En ese sentido, el proyecto no se concibe únicamente como una respuesta técnica, sino como una intervención socialmente justa y ambientalmente sostenible.

5.3 RECOMENDACIONES

- Se recomienda complementar el diseño técnico del sistema de agua potable en Jerillo con un plan de mantenimiento preventivo que precise frecuencias, responsables y presupuestos asignados, a fin de evitar fallas prematuras y, sobre todo, garantizar la continuidad del servicio. Del mismo modo, se propone la conformación de un Comité Técnico Comunitario encargado de supervisar la operación del sistema, con una representación equitativa de los distintos sectores beneficiarios.
- Implementar un programa de capacitación permanente dirigida a los operadores del sistema y a la comunidad en general en relación con la gestión del recurso, uso responsable y mantenimiento básico de la infraestructura, propiciado por el gobierno local, pudiendo ser impartido en conjunto con entidades especializadas, evitando la pérdida de conocimiento técnico por mutaciones en la administración comunal.
- Proyectado ejecución se propone que el PTAR sea ejecutado en la primera fase del proyecto campo, siguiendo un criterio de priorización de las zonas más expuestas a contaminación por disposición al aire libre en contrato con las otras; esta medida reducirá directamente las enfermedades hídricas, aumentando la calidad de vida y conservación natural. Efluentes – los indicadores de calidad del efluente deben ser seguidos en la operación de dicho sistema.
- Dado que Jerillo se encuentra expuesta a lluvias intensas y a los consecuentes movimientos en masa, se recomienda reforzar las obras de protección hidráulica como canaletas, muros de contención y drenajes en los tramos críticos del trazado del sistema. Estas estructuras deben ejecutarse sobre la base de los estudios geotécnicos realizados, de modo que su capacidad responda a los volúmenes pluviales estimados para escenarios extremos.
- Actualización del expediente técnico: Se sugiere efectuar una revisión anual del documento por parte de la entidad ejecutora, incorporando los resultados más recientes de campo y las observaciones de la comunidad. Esta práctica permite corregir oportunamente posibles deficiencias, reducir sobrecostos y optimizar el cronograma, favoreciendo una ejecución más flexible y coherente con el contexto local.

- Se proponen alianzas estratégicas para que la municipalidad, los centros de salud, la institución educativa y las organizaciones comunales realicen campañas de educación sanitaria y uso racional del agua que, financiadas por la municipalidad, pueden ayudar a complementar con la inversión en infraestructura un cambio en los hábitos y prácticas comunitarias que haya impactos sostenibles y positivos en la salud, higiene y medio ambiente.
- Se propone implementar un sistema de monitoreo comunitario participativo, basado en indicadores de cantidad, calidad, frecuencia del suministro y percepción de satisfacción de los usuarios. Este seguimiento, actualizado de forma periódica, serviría como insumo para evaluar la eficacia del sistema e identificar oportunidades de mejora, al mismo tiempo que fortalece la transparencia y la corresponsabilidad entre la población usuaria y las autoridades.
- Asimismo, se plantea la creación de un fondo económico administrado por el gobierno local, destinado exclusivamente al mantenimiento y a la ampliación del sistema de agua potable. Este fondo podría financiarse mediante tarifas solidarias, apoyo externo o recursos públicos, y permitiría sostener la viabilidad financiera del servicio, evitar endeudamientos innecesarios y responder con mayor rapidez ante emergencias sin comprometer la operatividad del sistema.
- Los estudios posteriores del sistema deben recomendarse de manera tal que incluyan el análisis de la resiliencia climática del distrito. Esto es en lo que respecta a la variabilidad hidrológica, el aumento de temperatura y los cambios en la precipitación. Así, será posible que el sistema se adapte a los desafíos climáticos del futuro y siga funcionando a largo plazo.
- En continuidad con lo anterior, se recomienda replicar esta iniciativa como un modelo de intervención integral en otras comunidades rurales de San Martín, ajustando el diseño a las particularidades locales vinculadas a la escasez hídrica y a los efectos del cambio climático. En ese sentido, la experiencia desarrollada en Jerillo se perfila como una buena práctica de gestión del agua en el ámbito rural, con un potencial relevante para mejorar el saneamiento básico y contribuir a la reducción de brechas en servicios esenciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). (2020). Manual de diseño de sistemas de agua potable. Washington, D.C.

Arboleda, J. (2015). Diseño de sistemas de abastecimiento de agua por gravedad. Editorial Técnica.

Banco Mundial. (2023). Manual de diseño de sistemas de abastecimiento de agua en áreas rurales. Washington, D.C.

Cárdenas, P. (2019). Hidráulica aplicada a redes de abastecimiento. Universidad Nacional de Ingeniería.

Castillo, F., Martínez, L., & Ramírez, J. (2023). Mantenimiento y optimización de redes de agua. Revista de Ingeniería Civil.

Chávez, E. (2021). Implementación de tecnologías sostenibles en sistemas de agua potable en comunidades rurales de la región Puno. Tesis de Ingeniería Sanitaria, Universidad Nacional del Altiplano.

Creswell, J. W. (2013). Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. Sage Publications.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). Designing and Conducting Mixed Methods Research. Sage Publications.

Díaz, A., & Morales, R. (2020). Análisis de la vulnerabilidad de sistemas de agua potable ante eventos climáticos extremos. Revista de Medio Ambiente y Desarrollo, 12(3), 89–96.

Díaz, L., & Herrera, M. (2022). Evaluación de la vulnerabilidad de sistemas de agua potable ante desastres naturales. Revista de Ingeniería y Resiliencia, 6(1), 23–30.

FAO. (2022). Manual técnico sobre sistemas de agua potable en comunidades rurales. Roma, Italia.

ernández, C., & López, S. (2023). Implementación de tecnologías sostenibles en sistemas de agua potable en comunidades rurales. Revista de Tecnología y Sociedad, 29(4), 67–74.

Fernández, D. (2023). Diseño de sistemas de agua potable con enfoque de gestión del riesgo en zonas rurales de la región Cusco. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Fernández, M. (2017). Redes de distribución de agua potable. Universidad de Lima.

García, N., & Vargas, D. (2020). Diseño de sistemas de agua potable con enfoque participativo en zonas rurales. *Revista de Ingeniería Comunitaria*, 5(3), 33–40.

Gómez, P., & Herrera, J. (2022). Diseño de sistemas de agua potable en zonas rurales con enfoque de sostenibilidad. *Revista de Ingeniería Civil*, 38(1), 45–52.

González, A., & Martínez, P. (2021). Implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades rurales. *Revista de Tecnología y Medio Ambiente*, 11(4), 91–98.

González, R. (2021). Análisis de la vulnerabilidad de sistemas de agua potable en zonas rurales de la región San Martín. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Martín.

González, R., & Ramírez, H. (2017). Sistemas de captación de agua. Instituto Nacional de Recursos Hídricos.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.

Hidalgo, A., & Muñoz, P. (2018). Eficiencia energética en abastecimiento de agua por gravedad. *Tecnología y Ambiente*.

INEI. (2021). Estadísticas de saneamiento básico en el Perú. Lima, Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (2021). Guía para la gestión del riesgo de desastres en proyectos de infraestructura de agua y saneamiento. Lima, Perú.

Jiménez, R., & Rojas, T. (2018). Diseño de captaciones en sistemas rurales. Universidad de Piura.

López, A. (2023). Estudio de vulnerabilidad de sistemas de agua potable ante eventos sísmicos en la región Amazonas. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Trujillo.

López, J., & Castillo, S. (2021). Control de presión y válvulas en redes de agua. *Journal of Water Engineering*.

López, R., & Sánchez, F. (2023). Análisis de la calidad del agua en sistemas de abastecimiento rural en la región San Martín. *Revista de Salud Ambiental*, 14(2), 77–84.

Martínez, C. (2021). Diseño de sistemas de agua potable en comunidades indígenas de la selva peruana. Tesis de Ingeniería Sanitaria, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Martínez, G., Torres, D., & Salazar, F. (2020). Optimización de captaciones de quebradas. *Revista de Ingeniería Ambiental*.

Martínez, J., & Pérez, L. (2021). Gestión del riesgo en proyectos de agua potable en zonas rurales. *Revista de Ingeniería y Gestión*, 17(2), 101–108.

Mejía, E. (2021). Reducción de pérdidas de agua en redes de distribución. Instituto de Recursos Hidráulicos.

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook*. Sage Publications.

MINSA. (2020). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). (2021). Reglamento Nacional de Edificaciones - Título III: Saneamiento. Lima, Perú.

OPS. (2021). Guía para el diseño de sistemas de agua potable en zonas rurales. Washington, D.C.

Pérez, L. (2016). Materiales para tuberías en sistemas de abastecimiento. Congreso Internacional de Saneamiento.

Pérez, M. (2022). Diseño de un sistema de agua potable para la comunidad de San Miguel, Cajamarca. Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.

Ramírez, J. (2020). Implementación de sistemas de captación de agua de lluvia en comunidades rurales del Perú. Tesis de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ramírez, M., & Torres, E. (2022). Evaluación de la sostenibilidad de sistemas de agua potable en comunidades rurales. *Revista de Desarrollo Rural*, 9(1), 55–62.

Ramírez, O. (2019). Vida útil de sistemas de abastecimiento por gravedad. Universidad de los Andes.

Rodríguez, C., & Vargas, J. (2020). Tipos de tanques de almacenamiento en sistemas rurales. *Revista de Ingeniería Sanitaria*.

Rodríguez, L., & Sánchez, M. (2021). Evaluación de la calidad del agua en sistemas de abastecimiento rural. *Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 45(2), 123–130.

Ruiz, P. (2020). Impacto ambiental de sistemas de abastecimiento de agua. Editorial Ecohidrología.

Salazar, F. (2022). Tratamiento y potabilización en sistemas de abastecimiento rural. Universidad Nacional de Trujillo.

Sánchez, F., & Pérez, M. (2019). Uso de hidrantes y válvulas en redes de distribución. *Ingeniería y Saneamiento*.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, M. P. B. (2014). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Education.

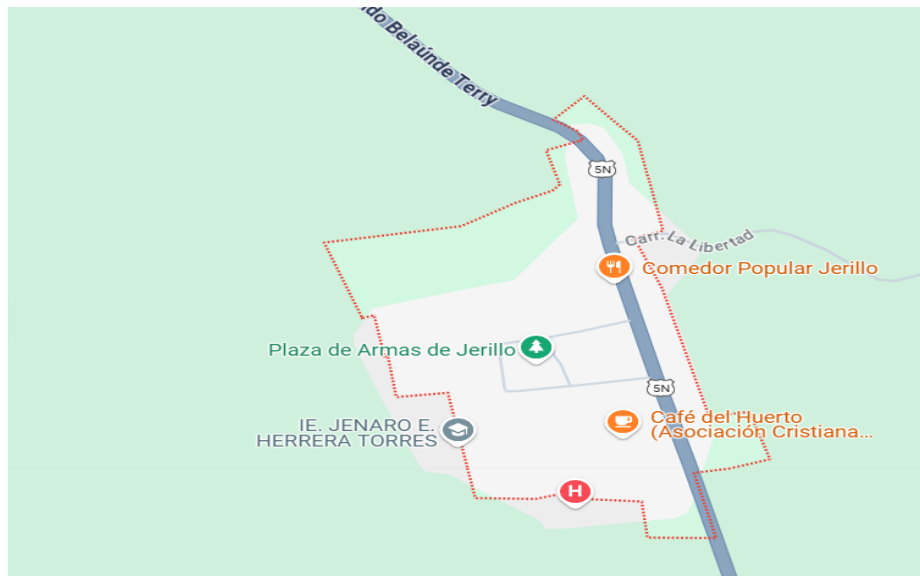
Soler Díaz, L. (2023). Evaluación de la vulnerabilidad de sistemas de agua potable ante desastres naturales en comunidades rurales. Tesis de Maestría, Universidad de La Habana.

SUNASS. (2022). Guía para la elaboración de estudios de preinversión en proyectos de saneamiento rural. Lima, Perú.

ANEXOS

Figura N° 17

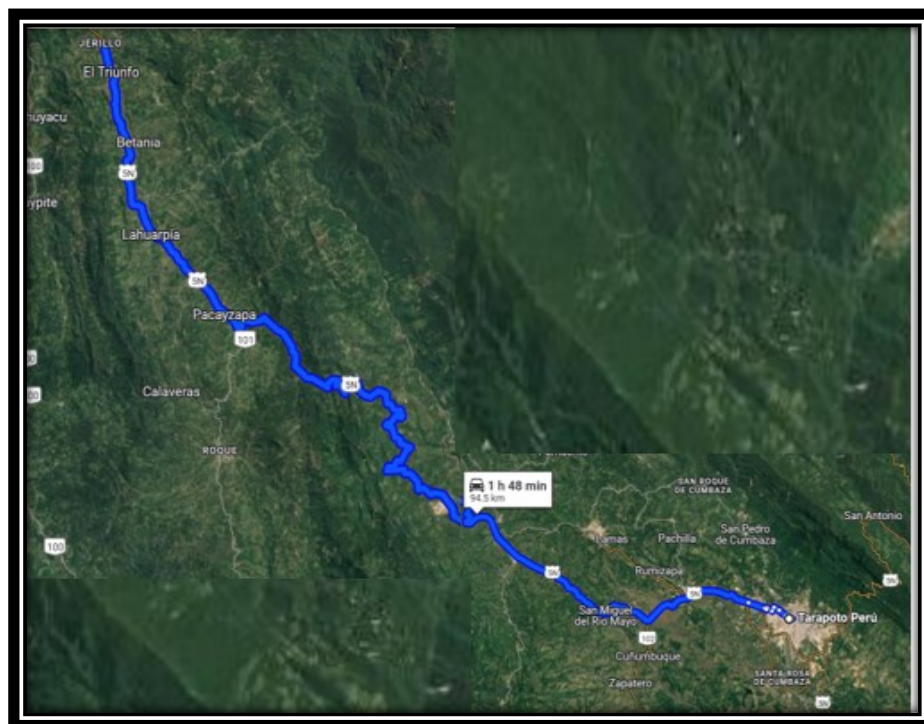
Localidad de Jerillo



Nota. Elaboración propia.

Figura N° 18

Tramo de la Localidad de Jerillo



Nota. Elaboración propia.