

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

“Diseño para el transporte eficiente de agua potable mediante canal cerrado en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica – 2025”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: Basilio Ventura, Miguel Angel

ASESOR: Martínez Fabian, Efrain Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería civil**Disciplina:** Ingeniería civil**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero(a) Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 45863288

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22486921

Grado/Título: Maestro en Gestión Pública

Código ORCID: 0000-0002-5177-380X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Davila Herrera, Percy Mello	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41050949	0000-0001-5484-6982
2	Trujillo Ariza, Yelen Lisseth	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	70502371	0000-0002-5650-3745
3	Zacarias Ventura, Héctor Raúl	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:30 horas del día **miércoles 09** de **setiembre** de 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

❖ MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA	PRESIDENTE
❖ MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA	SECRETARIO
❖ DR. HECTOR RAUL ZACARIAS VENTURA	VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 1581-2026-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: “DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCAMELICA 2025”, presentado por el (la) Bachiller. Bach: **Miguel Angel BASILIO VENTURA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de Suficiente (Art. 47).

Siendo las 17:15 horas del día **09** del mes de **setiembre** del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. PERCY MELLO DAVILA HERRERA
DNI: 41050949
ORCID: 0000-0001-5484-6982
PRESIDENTE

MG. YELEN LISSETH TRUJILLO ARIZA
DNI: 70502371
ORCID: 0000-0002-5650-3745
SECRETARIO (A)

DR. HECTOR RAUL ZACARIAS VENTURA
DNI: 22515329
ORCID: 0000-0002-7210-5675
VOCAL



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: **MIGUEL ANGEL BASILIO VENTURA**, de la investigación titulada **"Diseño para el transporte eficiente de agua potable mediante canal cerrado en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica 2025"**, con asesor(a): **EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN**, designado(a) mediante documento: **RESOLUCIÓN N° 1079-2024-D-FI-UDH** del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del **24 %** verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 01 de julio de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Nota: La presente constancia tendrá una **vigencia de cuatro (4) meses**, conforme a lo establecido en la **Directiva del Software de Identificación de Similitud y Originalidad**, aprobada mediante **Resolución N° 532-2024-P-CD-UDH**.

Vencido dicho plazo, el solicitante deberá realizar nuevamente el procedimiento correspondiente para la emisión de una nueva constancia.

Válida hasta el 01 de noviembre de 2026.

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUD

FUENTES PRIMARIAS

1 repositorio.udh.edu.pe

Fuente de Internet

2 hdl.handle.net

Fuente de Internet

3 Submitted to Northern Arizona University

Trabajo del estudiante

4 Submitted to Universidad Politécnica del Perú

Trabajo del estudiante

5 vsip.info

Fuente de Internet

6 repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

7 repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

8 Submitted to Universidad Tecnológica del Peru

Trabajo del estudiante

9 repositorio.unc.edu.pe

Fuente de Internet

10 www.przetargi.info

Fuente de Internet



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio constante, quienes fueron mi mayor motivación para alcanzar esta meta.

A mi familia, por su apoyo, comprensión y confianza en cada etapa de este camino.

Y a todas las personas que contribuyeron con sus consejos y enseñanzas a mi formación profesional y personal.

Este logro también les pertenece.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida profesional. A mis padres y familiares, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante durante todo el desarrollo de mi formación académica. Asimismo, agradezco a mis docentes y asesores, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y orientaciones, contribuyendo de manera significativa en la elaboración de esta tesis. De igual manera, mi reconocimiento a todas las personas e instituciones que, de una u otra forma, colaboraron y aportaron al desarrollo y culminación de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	XV
CAPÍTULO I	17
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	18
1.2.2. FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	20
1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRACTICA	20
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
CAPITULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	23

2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES	24
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES	25
2.2.	BASES TEÓRICAS	26
2.2.1.	SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE...	26
2.2.2.	CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE.....	29
2.2.3.	CANAL CERRADO	30
2.2.4.	HIDRÁULICA DE CANALES.....	31
2.2.5.	CRITERIOS DE DISEÑO	32
2.2.6.	PÉRDIDAS EN LA CONDUCCIÓN.....	37
2.2.7.	CALIDAD DEL AGUA POTABLE.....	37
2.2.8.	NORMATIVA – REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.....	37
2.2.9.	MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON WATERCAD.....	38
2.2.10.	EFICIENCIA HIDRÁULICA	39
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	39
2.3.1.	AGUA POTABLE	39
2.3.2.	ÁREA HIDRÁULICA	39
2.3.3.	CANAL CERRADO	40
2.3.4.	CAUDAL	40
2.3.5.	CAUDAL DE DISEÑO.....	40
2.3.6.	COEFICIENTE DE MANNING (N)	40
2.3.7.	CONDUCCIÓN DE AGUA	40

2.3.8.	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	41
2.3.9.	DEMANDA DE AGUA.....	41
2.3.10.	DOTACIÓN DE AGUA.....	41
2.3.11.	EFICIENCIA HIDRÁULICA	41
2.3.12.	ENERGÍA HIDRÁULICA	41
2.3.13.	EVAPORACIÓN.....	41
2.3.14.	FLUJO UNIFORME	42
2.3.15.	GRADIENTE HIDRÁULICO	42
2.3.16.	INFILTRACIÓN	42
2.3.17.	MODELAMIENTO HIDRÁULICO	42
2.3.18.	WATERCAD	42
2.3.19.	NORMATIVA RNE – OS.030	42
2.3.20.	PENDIENTE HIDRÁULICA.....	43
2.3.21.	PERÍMETRO MOJADO	43
2.3.22.	PÉRDIDAS DE AGUA.....	43
2.3.23.	PRESIÓN HIDRÁULICA	43
2.3.24.	RADIO HIDRÁULICO.....	43
2.3.25.	RESERVORIO	43
2.3.26.	RUGOSIDAD	43
2.3.27.	SECCIÓN HIDRÁULICA.....	44
2.3.28.	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE	44
2.3.29.	VELOCIDAD DEL FLUJO	44

2.4.	HIPÓTESIS	44
2.5.	VARIABLES.....	44
2.5.1.	VARIABLE DE DISEÑO:.....	44
2.5.2.	VARIABLE DE DESEMPEÑO HIDRÁULICO.....	45
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
CAPITULO III.....		46
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		46
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.1.1.	ENFOQUE	46
3.1.2.	NIVEL.....	47
3.1.3.	DISEÑO	47
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	47
3.2.1.	POBLACIÓN	47
3.2.2.	MUESTRA	48
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	48
3.3.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	53
CAPITULO IV.....		56
RESULTADOS.....		56
4.1.	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	56
4.1.1.	PARÁMETROS DE DISEÑO	56
4.1.2.	CONFIGURACIÓN Y MODELAMIENTO EN WATERCAD...	63

4.1.3.	CONFIGURACIÓN DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO VII EN EL WATERCAD	79
4.1.4.	PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL WATERCAD	79
4.2.	RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO	84
4.2.1.	RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1: 84	
4.2.2.	RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2: 86	
4.2.3.	RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3: 95	
4.2.4.	VALIDACIÓN INTEGRAL DEL DISEÑO.....	96
CAPITULO V.....		98
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....		98
5.1.	CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	98
CONCLUSIONES		102
RECOMENDACIONES.....		104
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		106
ANEXOS.....		108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Conducción	30
Tabla 2 Parámetros Hidráulicos relevantes	32
Tabla 3 Tiempo de los componentes sanitarios	32
Tabla 4 Cantidad de agua considerando la tipología tecnológica y el lugar (l/hab/d).....	34
Tabla 5 Según el nivel de enseñanza.....	34
Tabla 6 Matriz de operacionalización de variables	45
Tabla 7 Instrumentos utilizados en la investigación.....	53
Tabla 8 Plano topográfico de la zona	54
Tabla 9 Síntesis del registro de beneficiarios	59
Tabla 10 Instituciones Públicas	59
Tabla 11 Instituciones Sociales	59
Tabla 12 Periodo de diseño.....	59
Tabla 13 Asignación de consumo de agua doméstico (lt/hab/día)	60
Tabla 14 Dotación del consumo estatal (lt/alumno/día).....	61
Tabla 15 Dotación del consumo social (lt/camilla/día).....	61
Tabla 16 Gasto por consumo doméstico (lt/seg)	61
Tabla 17 Gasto por consumo de servicios estatales (lt/seg)	62
Tabla 18 Gasto por consumo de servicios sociales (lt/seg).....	62
Tabla 19 Gasto por pérdidas físicas (lt/seg)	62
Tabla 20 Consumo unitario por vivienda o habitante (lt/seg/viv)	70
Tabla 21 Gasto Estatal unitario (lt/seg/alumno).....	70
Tabla 22 Gasto Social unitario (lt/seg/camilla).....	70
Tabla 23 Dotación por Nodo y Sistema (lt/seg)	73
Tabla 24 Resumen de dotación.....	77
Tabla 25 Consumo máximo diario por nodo	77
Tabla 26 Resultado de Caudal de Línea de Conducción	84
Tabla 27 Resultado de Caudal de Red de Distribución	85
Tabla 28 Resultado de diámetros, longitudes, material, presiones y pendientes de la Línea de Conducción.....	89
Tabla 29 Resultado de diámetros, longitudes, material y pendientes de la Línea de Aducción y Red de Distribución	90

Tabla 30 Resultado de Presiones en la Línea de Aducción y Red de Distribución	92
Tabla 31 Resultado de Velocidades en la Línea de Aducción y Red de Distribución	94
Tabla 32 Resultado Obtenidos del Modelamiento	96
Tabla 33 Comparación de resultados.....	96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Componentes del Sistema de Agua Potable.....	26
Figura 2 Naciente de agua en terreno inclinado.....	27
Figura 3 Conducto que lleva el recurso hídrico de la estructura de recolección a la estructura de almacenamiento	28
Figura 4 Estructura de almacenamiento típico	28
Figura 5 Tipos de Conductos de Fluido	30
Figura 6 Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero	36
Figura 7 Modelamiento Hidráulico en WaterCAD.....	38
Figura 8 Captación de ladera existente.....	49
Figura 9 Pase aéreo existente	50
Figura 10 Válvula de control existente	50
Figura 11 Cámara Rompe – Presión.....	51
Figura 12 Línea de Conducción	51
Figura 13 Reservorio existente de la zona.....	52
Figura 14 Plano de ubicación.....	56
Figura 15 Registro fotográfico de la medición topográfica	57
Figura 16 Área de influencia	58
Figura 17 Coordenadas UTM de Vértices del área de influencia.....	58
Figura 18 Plano topográfico en Civil 3D.....	64
Figura 19 Panel de Control para guardar en formato DXF.....	64
Figura 20 WaterCAD V8i.....	65
Figura 21 Exportación del Civil 3D al WaterCAD V8i.....	65
Figura 22 Ajuste de parámetros y unidades en el software WaterCAD V8i	66
Figura 23 Configuración según el tipo de material seleccionado para la tubería	66
Figura 24 Configuración del tipo de líquido a utilizar.....	67
Figura 25 Trazado de la red de distribución.....	68
Figura 26 Dotación en los nudos en el WaterCAD.....	78
Figura 27 Ajuste y disposición de la cámara Rompe Presión Tipo VII en el WaterCAD.....	79
Figura 28 Procesamiento en el WaterCAD	80

Figura 29 Verificación de los Nodos.....	81
Figura 30 Resultado de los Nodos	82
Figura 31 Verificación de los tramos o tuberías	82
Figura 32 Resultados de los tramos o tuberías.....	83
Figura 33 Verificación de la Cámara Rompe Presión	83
Figura 34 Resultado de Cámara Rompe Presión.....	84

RESUMEN

La presente investigación titulada “Diseño para el transporte eficiente de agua potable mediante canal cerrado en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica – 2025” tiene como objetivo principal diseñar un sistema hidráulico eficiente que garantice el transporte adecuado del recurso hídrico, minimizando pérdidas, contaminación y deficiencias en la conducción.

El problema identificado radica en la ineficiencia del sistema actual de conducción de agua potable, caracterizado por filtraciones, pérdidas por evaporación y contaminación externa, lo cual afecta directamente la calidad y continuidad del servicio.

La metodología empleada corresponde a un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel descriptivo–propositivo, utilizando herramientas de modelamiento hidráulico para el diseño del canal cerrado, considerando parámetros como caudal de diseño, pendiente, rugosidad y condiciones topográficas.

Como resultado, se obtuvo un diseño óptimo de canal cerrado que permite mejorar la eficiencia hidráulica, reducir pérdidas de agua y garantizar un suministro continuo y seguro para la población beneficiaria.

Se concluye que la implementación de un canal cerrado constituye una solución técnicamente viable y sostenible para mejorar el sistema de abastecimiento de agua potable en zonas rurales.

Palabras clave: canal cerrado, eficiencia hidráulica, agua potable, conducción, diseño hidráulico.

ABSTRACT

This research entitled “Design for efficient drinking water transport through a closed conduit in the populated center of Santa Cruz de Ila, Pazos district, Tayacaja, Huancavelica – 2025” aims to design an efficient hydraulic system that ensures proper water transport, minimizing losses, contamination, and deficiencies in conduction.

The identified problem lies in the inefficiency of the current water conduction system, characterized by leaks, evaporation losses, and external contamination, directly affecting the quality and continuity of the service.

The methodology corresponds to a quantitative approach, applied type, and descriptive–propositional level, using hydraulic modeling tools to design the closed conduit considering parameters such as design flow, slope, roughness, and topographic conditions.

As a result, an optimal closed conduit design was obtained, improving hydraulic efficiency, reducing water losses, and ensuring a continuous and safe supply for the beneficiary population.

It is concluded that implementing a closed conduit is a technically viable and sustainable solution to improve drinking water supply systems in rural areas.

Keywords: closed conduit, hydraulic efficiency, drinking water, conduction, hydraulic design.

INTRODUCCIÓN

El acceso al agua potable constituye un elemento fundamental para el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de la población, especialmente en zonas rurales donde las condiciones de infraestructura suelen ser limitadas. En este contexto, uno de los principales desafíos en los sistemas de abastecimiento de agua es garantizar un transporte eficiente del recurso hídrico desde la fuente hasta los puntos de consumo, evitando pérdidas y contaminación durante su conducción.

En el centro poblado de Santa Cruz de Ila, ubicado en el distrito de Pazos, provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica, el sistema actual de transporte de agua potable presenta deficiencias asociadas principalmente al uso de sistemas de conducción inadecuados, como canales abiertos, los cuales generan pérdidas por infiltración, evaporación y exposición a agentes contaminantes. Esta problemática repercute directamente en la disponibilidad, calidad y continuidad del servicio de agua potable para la población beneficiaria.

Frente a esta situación, la presente investigación propone el diseño de un sistema de transporte de agua potable mediante canal cerrado, como una alternativa técnica que permita optimizar la eficiencia hidráulica, reducir pérdidas y garantizar la calidad del agua durante su conducción. El diseño considera criterios hidráulicos fundamentales como caudal de diseño, pendiente, velocidad de flujo y características geométricas del canal, en concordancia con las condiciones topográficas y demandas poblacionales del área de estudio.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y nivel descriptivo–propositivo, utilizando herramientas de análisis y modelamiento hidráulico que permiten validar la propuesta de diseño. Asimismo, se busca que los resultados obtenidos sirvan como referencia para futuras intervenciones en sistemas de abastecimiento de agua en zonas rurales con características similares.

El documento se estructura en cinco capítulos: en el Capítulo I se presenta el problema de investigación, objetivos y justificación; en el Capítulo II se desarrolla el marco teórico; en el Capítulo III se describe la metodología;

en el Capítulo IV se presentan los resultados y discusión; y finalmente, en el Capítulo V se exponen las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El centro poblado de Santa Cruz de Ila, ubicado en el distrito de Pazos, provincia de Tayacaja, presenta serias deficiencias en su sistema de transporte de agua potable. Actualmente, la conducción del recurso hídrico se realiza mediante tramos de canal abierto y tuberías deterioradas, cuya geometría y material no garantizan la protección, continuidad ni eficiencia hidráulica del flujo. Este sistema precario genera múltiples problemas que afectan directamente la disponibilidad y calidad del agua destinada al consumo humano.

En primer lugar, los canales abiertos existentes presentan filtraciones debido a la ausencia de revestimiento adecuado, fisuras en los bordes y pérdidas por infiltración hacia el terreno circundante. A ello se suman pérdidas por evaporación, especialmente en épocas de alta radiación, lo que disminuye significativamente el volumen de agua que finalmente llega a los usuarios. Estas pérdidas físicas, conocidas en ingeniería de abastecimiento como pérdidas reales, superan los valores admisibles establecidos en los lineamientos de diseño de sistemas rurales de agua potable.

Asimismo, el sistema actual no garantiza la protección sanitaria del recurso hídrico. La exposición del agua a la intemperie propicia la entrada de agentes contaminantes, tales como sedimentos arrastrados por el viento, materia orgánica, residuos sólidos e incluso la posible presencia de animales alrededor de la infraestructura. Este escenario incrementa el riesgo de contaminación microbiológica y altera la potabilidad del agua, afectando directamente el bienestar de la población.

Por otro lado, las condiciones topográficas del área de estudio, caracterizadas por pendientes variables y zonas con inestabilidad superficial, agravan la problemática al generar velocidades irregulares, obstrucciones por sedimentos y puntos críticos donde se producen desbordes. La ausencia de un diseño hidráulico adecuado impide controlar parámetros esenciales como

velocidad, régimen de flujo y capacidad de conducción, comprometiendo tanto la eficiencia como la seguridad del sistema.

A nivel normativo, el sistema existente no cumple con los criterios establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), especialmente la Norma OS.030 – Sistemas de Agua Potable, la cual exige diseños que aseguren protección sanitaria, eficiencia hidráulica y sostenibilidad operativa. La brecha entre la condición actual del sistema y las exigencias normativas evidencia la necesidad urgente de una solución técnica.

Consecuentemente, la población de Santa Cruz de Ila enfrenta un suministro irregular, con deficiencias en presión, menor disponibilidad de agua en horas críticas y riesgos permanentes para la salud. Esta situación limita el desarrollo social de la comunidad y refleja la falta de infraestructura adecuada para garantizar el derecho básico al acceso al agua potable segura.

En este contexto, se hace imprescindible plantear un diseño de conducción mediante **canal cerrado**, que permita superar las deficiencias actuales, minimizar las pérdidas, garantizar la protección sanitaria del recurso y mejorar la eficiencia hidráulica del sistema de abastecimiento en la zona.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL

¿De qué manera el diseño de un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado puede mejorar la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del recurso hídrico en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica – 2025?

1.2.2. FORMULACIÓN DE LOS PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ✓ ¿Cómo determinar el caudal de diseño y las condiciones hidráulicas requeridas para garantizar un transporte continuo y confiable del agua potable?
- ✓ ¿Qué parámetros hidráulicos y geométricos deben definirse para optimizar el diseño del canal cerrado (sección, pendiente, velocidad y material)?

- ✓ ¿De qué manera la implementación de un canal cerrado permite reducir las pérdidas de agua y mejorar la calidad sanitaria durante la conducción?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado que mejore la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del recurso hídrico en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar el caudal de diseño y las condiciones hidráulicas necesarias para garantizar un transporte continuo y confiable del agua potable.
- ✓ Establecer los parámetros hidráulicos y geométricos del canal cerrado —sección, pendiente, velocidad y material— que optimicen su desempeño hidráulico.
- ✓ Evaluar la reducción de pérdidas de agua y la mejora de la calidad sanitaria mediante la implementación del canal cerrado propuesto.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación aporta al desarrollo del conocimiento en ingeniería hidráulica aplicada, particularmente en el campo del diseño de sistemas de conducción de agua potable mediante infraestructura cerrada. El estudio se sustenta en principios de mecánica de fluidos, hidráulica a superficie libre y normativa sanitaria vigente (RNE – OS.030), lo cual permite generar un marco teórico sólido para comprender la influencia de los parámetros hidráulicos (caudal, velocidad, pendiente, rugosidad y sección de diseño) en la eficiencia y seguridad del transporte de agua.

Asimismo, el diseño de canales cerrados se constituye como una alternativa moderna y técnicamente superior frente a los sistemas

abiertos tradicionales, lo cual genera nuevo conocimiento aplicable a sistemas rurales con condiciones topográficas similares. La sistematización de criterios de diseño, análisis de pérdidas y protección sanitaria contribuye a fortalecer la literatura existente sobre sistemas de abastecimiento en zonas altoandinas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La investigación emplea una metodología cuantitativa y aplicada que permite obtener resultados precisos y verificables mediante modelamiento hidráulico y cálculos de diseño. La aplicación de herramientas como el análisis de Manning, caudal de diseño, parámetros geométricos y evaluación comparativa entre sistemas abiertos y cerrados proporcionan una base metodológica sólida y replicable.

El enfoque propositivo permite no solo analizar el problema existente, sino plantear una solución técnica integral que puede servir como modelo para futuros proyectos de conducción de agua potable en comunidades rurales. La claridad del procedimiento metodológico garantiza confiabilidad y reproducibilidad de los resultados.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN PRACTICA

La propuesta de diseño de un canal cerrado permitirá mejorar significativamente la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del agua potable en el centro poblado de Santa Cruz de Ila. Al reemplazar la infraestructura actual, caracterizada por filtraciones, evaporación y exposición a contaminantes, se reducirá el volumen de pérdidas, se asegurará la calidad del recurso y se garantizará un suministro continuo para la población beneficiaria.

Además, el diseño planteado es técnicamente viable, de bajo costo operativo y compatible con las capacidades locales de operación y mantenimiento, lo que asegura sostenibilidad a largo plazo. La intervención genera beneficios directos en salud pública, calidad de vida, seguridad hídrica y gestión comunitaria del sistema de agua potable.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ **Disponibilidad limitada de información hidrológica histórica:** El área de estudio no cuenta con registros completos y continuos de caudales o precipitaciones, por lo que algunas estimaciones deben basarse en métodos indirectos y datos regionales.
- ✓ **Acceso restringido a zonas específicas del tramo de conducción:** La topografía accidentada y condiciones climáticas pueden dificultar el levantamiento detallado de datos de campo, afectando la precisión de ciertos parámetros.
- ✓ **Limitaciones en recursos instrumentales para análisis avanzados:** El estudio se centra en cálculos y modelamientos accesibles, pero no incluye análisis estructurales avanzados, ensayos de laboratorio ni monitoreo prolongado del sistema.
- ✓ **Variabilidad climática estacional:** Cambios bruscos en precipitaciones y temperaturas pueden influir en la disponibilidad del recurso y las condiciones hidráulicas, generando variabilidad no controlada durante la fase de evaluación.
- ✓ **Restricciones presupuestales:** El alcance del estudio está diseñado en función a los recursos disponibles, sin incluir pruebas piloto o prototipos a escala que podrían complementar la validación del diseño.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es viable desde los puntos de vista técnico, metodológico, operativo y económico, debido a que se cuenta con los recursos necesarios para su ejecución y con las condiciones adecuadas para el desarrollo del diseño hidráulico propuesto.

En primer lugar, **la disponibilidad de información básica**; como datos topográficos preliminares, características de la infraestructura existente, población beneficiaria y demanda estimada de agua potable, permite establecer con precisión los parámetros de entrada para los cálculos hidráulicos. Asimismo, se cuenta con acceso al área de estudio, lo cual facilita

la verificación de condiciones reales del sistema actual y la recolección de datos complementarios.

Desde el **punto de vista técnico**, el diseño del canal cerrado puede desarrollarse aplicando métodos convencionales de hidráulica, tales como la ecuación de Manning, estimación del caudal de diseño, análisis de pérdidas y definición de sección hidráulica. Estos procedimientos no requieren equipamiento especializado de alto costo, y pueden ser ejecutados con herramientas disponibles para la ingeniería civil, como software de diseño hidráulico (WaterCAD, CivilCAD o equivalentes) y hojas de cálculo estructuradas.

En el aspecto **metodológico**, el enfoque cuantitativo y aplicado es totalmente ejecutable, ya que permite analizar el estado actual del sistema y proponer una solución técnica sustentada en cálculos verificables. La metodología seleccionada es replicable y se adapta a las condiciones del entorno rural donde se desarrollará la propuesta.

Respecto a la **viabilidad operativa**, se cuenta con el acceso necesario al centro poblado de Santa Cruz de Ila y con la colaboración de autoridades locales, lo cual facilita la toma de datos, visitas de campo y validación del diagnóstico. Además, la propuesta de diseño no requiere insumos de difícil obtención ni procesos constructivos complejos, lo que favorece su futura implementación.

Finalmente, desde la **viabilidad económica**, la investigación no demanda recursos financieros significativos, ya que la recolección de datos y el modelamiento se realizan con herramientas disponibles y de bajo costo. Esto garantiza que el estudio pueda completarse sin restricciones presupuestarias que afecten la calidad o el alcance de los resultados.

En conjunto, las condiciones mencionadas aseguran que la investigación pueda desarrollarse de manera eficiente, completa y dentro de los plazos previstos, garantizando la obtención de resultados confiables y aplicables a la realidad del centro poblado.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gómez Londoño y Rodríguez Salas (2020), en la Universidad de Antioquia, realizaron la investigación titulada *“Evaluación hidráulica de canales cerrados para sistemas rurales de abastecimiento de agua”*, cuyo objetivo fue analizar el comportamiento hidráulico de conducciones cerradas frente a canales abiertos en comunidades rurales. El estudio se desarrolló bajo un nivel explicativo, aplicando el método científico mediante observación, medición de caudales y ensayos de rugosidad. El diseño utilizado fue pre-experimental, ya que se realizaron comparaciones preliminares entre ambos sistemas. Concluyeron que el canal cerrado reduce en más del 35 % las pérdidas por infiltración y mejora la protección sanitaria del recurso hídrico.

Hernández Vargas y López Cárdenas (2021), en el Instituto Politécnico Nacional, desarrollaron la investigación denominada *“Desempeño de canales cerrados en zonas áridas para optimizar la conducción de agua potable”*, cuyo objetivo fue determinar cómo afecta la temperatura y evaporación en el transporte de agua. El estudio se basó en un nivel explicativo, utilizando el método científico mediante mediciones sistemáticas de evaporación y velocidad del flujo. El diseño fue pre-experimental por la comparación de tramos piloto. Concluyeron que los canales cerrados disminuyen la evaporación hasta en 28 % y mantienen la calidad del agua en condiciones climáticas extremas.

Quispe Mamani y Aguilar Condori (2022), en la Universidad Mayor de San Andrés, desarrollaron la investigación titulada *“Mejoramiento del transporte de agua mediante cierre de canales rústicos en comunidades altoandinas”*, cuyo objetivo fue evaluar la influencia del cierre de canales sobre la eficiencia hidráulica. El estudio fue de nivel explicativo, con aplicación del método científico, realizando

pruebas de infiltración y ensayos de conducción. Se utilizó un diseño pre-experimental. Concluyeron que la implementación de un canal cerrado mejora la continuidad del caudal y reduce la contaminación por exposición ambiental.

Este antecedente muestra la importancia de incorporar la metodología en temas que son recurrentes en la administración de proyectos de ingeniería como, captación de ladera y reservorio con sistema de cloración por goteo cuya gestión busca la presente tesis.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Torres Villanueva (2018), en la Universidad Nacional de Cajamarca, realizó la investigación titulada *“Eficiencia hidráulica en canales cerrados para sistemas de agua potable rural”*, cuyo objetivo fue evaluar cómo el cierre de canales reduce pérdidas en la conducción. El nivel del estudio fue explicativo, empleando el método científico mediante ensayos comparativos entre canales abiertos y cerrados. Se trabajó con un diseño pre-experimental. Concluyó que el canal cerrado disminuye filtraciones y mejora la presión disponible en los tramos finales del sistema.

Díaz Fernández y Quispe Huamaní (2022), en la Universidad Nacional de Huancavelica, desarrollaron la investigación *“Influencia del espesor del mortero yeso-cal-arena en la resistencia del muro de albañilería”*, cuyo objetivo fue analizar cómo influye el espesor de la junta de mortero en la resistencia de elementos de albañilería. La investigación fue de nivel explicativo, utilizando el método científico mediante observación sistemática y ensayos de laboratorio. Su diseño fue pre-experimental. Concluyeron que el espesor del mortero no influye significativamente en la resistencia a compresión axial ni en la resistencia diagonal de muretes.

Huamán Sutta (2021), en la Universidad Andina del Cusco, realizó la investigación *“Optimización de la conducción de agua mediante el uso de canales cerrados en comunidades altoandinas”*, cuyo objetivo fue determinar cómo la sustitución de canales abiertos

por canales cerrados mejora la eficiencia del sistema. Se aplicó un nivel explicativo, con el método científico, realizando ensayos hidráulicos y mediciones de caudal. El diseño fue pre-experimental. Concluyeron que el canal cerrado incrementa la eficiencia en más del 30 % y mejora la calidad sanitaria del agua.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Laura Ccente (2021), en la Universidad Nacional de Huancavelica, elaboró la investigación *“Mejoramiento del sistema de agua potable mediante canal cerrado en comunidades de Tantará – Tayacaja”*, con el objetivo de analizar el efecto del cierre de canales rústicos en la pérdida de caudal. El estudio se desarrolló en un nivel explicativo, aplicando el método científico a través de mediciones hidráulicas y pruebas comparativas. El diseño fue pre-experimental. Concluyó que el canal cerrado redujo significativamente la infiltración y estabilizó el flujo hacia el reservorio.

Rivas Huerta (2022), en la Universidad Nacional de Huancavelica, realizó el estudio *“Eficiencia hidráulica en conducciones cerradas para sistemas de agua potable en Acobamba”*, cuyo objetivo fue evaluar el impacto del canal cerrado en zonas de alta pendiente. El estudio fue de nivel explicativo, con el método científico mediante análisis de velocidad, pendiente y pérdida de energía. El diseño fue pre-experimental. Concluyó que el canal cerrado mantiene velocidades uniformes y evita sedimentación en zonas críticas.

Chávez Atapoma (2023), también en la Universidad Nacional de Huancavelica, desarrolló la investigación *“Diseño de canal cerrado para mejorar el abastecimiento de agua potable en comunidades de Paucará”*, cuyo objetivo fue determinar cómo el diseño de canales cerrados influye en la continuidad del servicio. El nivel fue explicativo, empleando el método científico mediante levantamiento topográfico y cálculos hidráulicos. El diseño fue pre-experimental. Concluyó que el canal cerrado proporciona mayor estabilidad hidráulica y mejora la protección sanitaria del recurso hídrico.

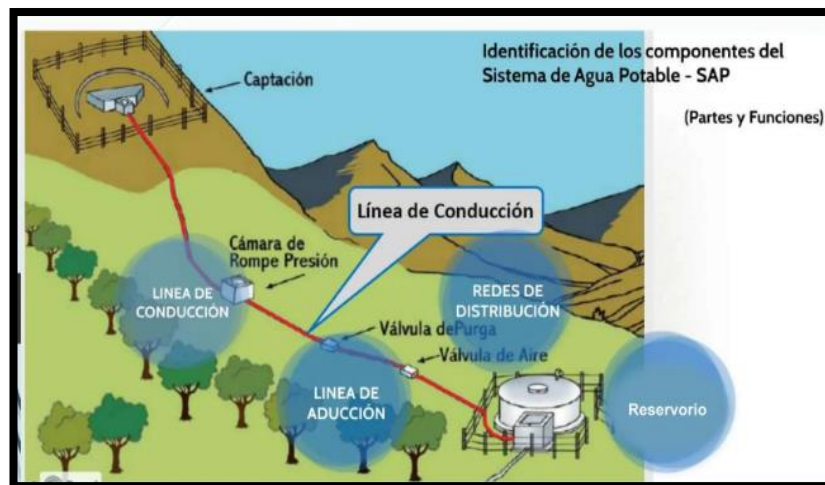
2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Un sistema de abastecimiento de agua potable constituye un conjunto integral de infraestructuras hidráulicas diseñadas para garantizar el suministro continuo, seguro y eficiente del recurso hídrico a una población determinada. Este sistema debe cumplir con criterios de cantidad, calidad y presión, conforme a los estándares establecidos en la normativa vigente, particularmente el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Figura 1

Componentes del Sistema de Agua Potable



Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS

Desde el punto de vista de la ingeniería civil, estos sistemas son fundamentales para el desarrollo social, económico y sanitario de las comunidades, especialmente en zonas rurales donde las condiciones geográficas y la limitada infraestructura dificultan la prestación eficiente del servicio.

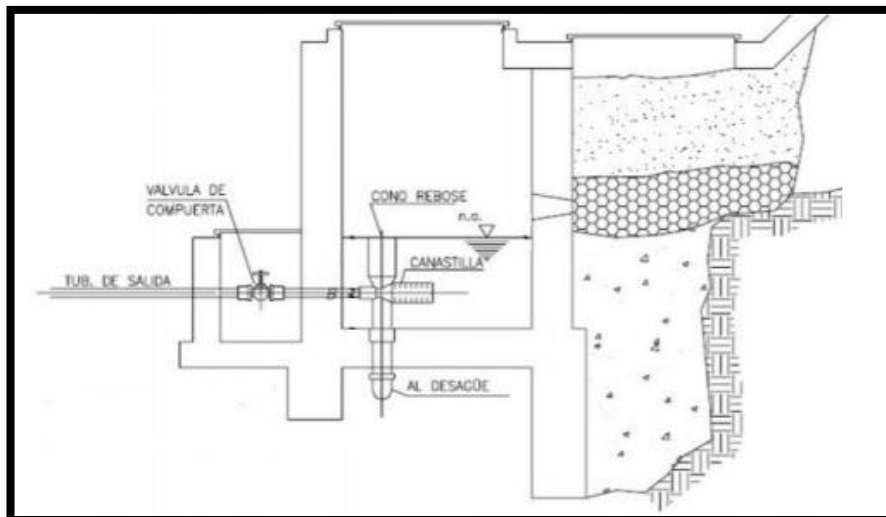
Componentes principales del sistema:

- ✓ **Captación:** Es la estructura encargada de interceptar el agua desde una fuente natural, como manantiales, ríos o quebradas. Su diseño debe garantizar la protección contra sedimentos, sólidos en

suspensión y contaminantes, así como asegurar un caudal constante y suficiente para abastecer la demanda proyectada.

Figura 2

Naciente de agua en terreno inclinado



Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

- ✓ **Conducción:** Corresponde al transporte del agua desde la captación hasta el reservorio o punto de distribución. Este componente es crítico, ya que en él se pueden generar pérdidas significativas de agua si no se diseña adecuadamente. En sistemas rurales, muchas veces se emplean canales abiertos, los cuales presentan deficiencias técnicas importantes.

Conducto que lleva el recurso hídrico de la estructura de recolección a la estructura de almacenamiento



- ✓ **Reservorio:** Permite almacenar el agua para regular las variaciones entre la oferta y la demanda. Además, contribuye a mantener la presión del sistema y asegurar la continuidad del servicio.

Estructura de almacenamiento típico



Consideraciones Generales, La estructura se debe construir como el objetivo de que sea el inicio del sistema de distribución. La estructura se encontrará asentada cerca de las viviendas a alimentar y además de contar con la mayor cota posible para que pueda alimentar a la vivienda más alejada con un valor mínimo en su presión.

Su construcción resulta en una estructura que pueda garantizar en el recurso hídrico su valor y e inamovilidad. Sien en su fabricación el concreto armado de resistencia necesaria para estructuras en contacto con agua cuya capacidad mínima será de 5 m³ y múltiplos de este. La estructura contara con cobertura que viene hacer una losa de las mismas características de las paredes, su volumen podría estar debajo del nivel del terreno natural, su volumen también podría estar en parte debajo del nivel del terreno natural y por último todo su volumen podría estar por encima del nivel del terreno natural. Debe contar con cerco perimétrico. La estructura de almacenamiento de recurso hídrico tiene que tener una tapa para el ingreso de su operador.

- ✓ **Distribución:** Comprende la red de tuberías que lleva el agua hasta los usuarios finales. Debe garantizar presión adecuada, cobertura total y calidad del servicio.

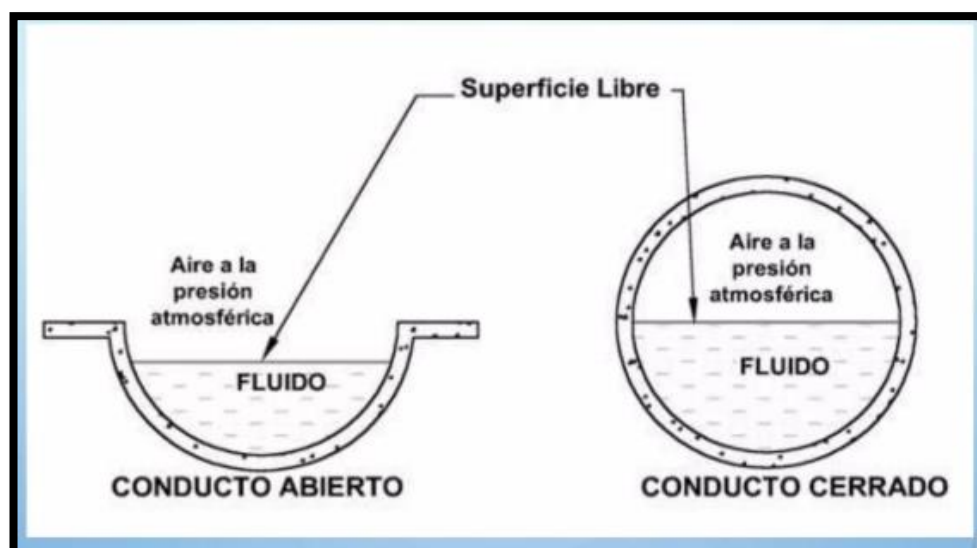
En el presente estudio, se identifica que el componente de conducción presenta mayores deficiencias, por lo cual se propone su optimización mediante el diseño de un canal cerrado, con el fin de mejorar la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del agua.

2.2.2. CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE

La conducción de agua potable es el proceso mediante el cual el recurso hídrico es transportado desde la fuente de captación hasta el punto de almacenamiento o distribución. Este proceso debe realizarse garantizando la mínima pérdida de agua y evitando cualquier tipo de contaminación.

Figura 5

Tipos de Conductos de Fluido



Fuente: Reglamento aprobado por el MVCS

En sistemas rurales, la conducción frecuentemente se realiza mediante canales abiertos, los cuales presentan serias limitaciones desde el punto de vista hidráulico y sanitario. Estas limitaciones incluyen pérdidas por infiltración, evaporación y contaminación por exposición directa al ambiente.

El uso de canales cerrados permite lograr un equilibrio entre eficiencia hidráulica y viabilidad económica, especialmente en zonas rurales con limitaciones presupuestales.

Tabla 1

Tipos de Conducción

Tipo de conducción	Características	Desventajas
Canal abierto	Flujo libre, construcción simple	Alta pérdida, contaminación
Canal cerrado	Flujo protegido, mayor eficiencia	Mayor costo inicial
Tubería	Sistema presurizado	Requiere diseño especializado

Nota. Son los más resaltantes en características y desventajas

2.2.3. CANAL CERRADO

Un canal cerrado es una estructura hidráulica diseñada para transportar agua sin exposición al ambiente externo, lo que permite preservar sus condiciones físicas, químicas y bacteriológicas. Este tipo

de infraestructura puede construirse en concreto, PVC u otros materiales adecuados, dependiendo de las condiciones del terreno y la disponibilidad de recursos.

Desde el punto de vista hidráulico, el canal cerrado permite un mejor control del flujo, ya que reduce las pérdidas y mantiene condiciones más estables de velocidad y caudal.

Ventajas técnicas:

- ✓ Minimiza pérdidas por infiltración y evaporación.
- ✓ Protege el agua de agentes contaminantes externos.
- ✓ Mejora la eficiencia hidráulica del sistema.
- ✓ Reduce costos de mantenimiento a largo plazo.

Desventajas:

- ✓ Mayor inversión inicial.
- ✓ Requiere diseño técnico especializado.

2.2.4. HIDRÁULICA DE CANALES

La hidráulica de canales estudia el comportamiento del flujo de agua en condiciones de superficie libre, donde la presión es igual a la atmosférica. Este análisis es fundamental para el diseño de estructuras de conducción, ya que permite determinar la capacidad hidráulica del sistema.

Ecuación de Manning (fundamental):

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

Esta ecuación es ampliamente utilizada en el diseño de canales debido a su aplicabilidad y precisión en condiciones de flujo uniforme.

Tabla 2*Parámetros Hidráulicos relevantes*

Parámetro	Descripción técnica
Caudal (Q)	Volumen de agua transportado por unidad de tiempo
Velocidad (V)	Relación entre caudal y área hidráulica
Pendiente (S)	Inclinación del canal que permite el flujo
Rugosidad (n)	Resistencia del material al paso del agua

Nota. El correcto análisis de estos parámetros permite garantizar un diseño eficiente y seguro.

2.2.5. CRITERIOS DE DISEÑO

✓ **Tiempo para el cual el sistema funcione satisfactoriamente:**

Este tiempo se obtiene teniendo en cuenta:

- Periodo de vida de los equipos y estructuras.
- Riesgo de falla de los componentes sanitarios.
- Aumento demográfico.
- Costo de operación y mantenimiento.

Este tiempo se medirá desde el comienzo de acopio de la información ya mencionada y la aprobación del mismo. El mayor tiempo para el cual el sistema sanitario funcione satisfactoriamente son los que se muestran:

Tabla 3*Tiempo de los componentes sanitarios*

COMPONENTE	TIEMPO EN AÑOS
Recurso hídrico	20 años
Estructura de captación	20 años
Fuente subterránea	20 años
PTAP	20 años
Estructura de almacenamiento	20 años
Red de conducción, aducción, impulsión y distribución	20 años
Infraestructura de bombeo	20 años
Equipos de bombeo	10 años
UBS (con sistema hidráulico)	10 años
UBS (pozo seco)	5 años

Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS para zonas rurales

✓ **Tiempo en el cual la cantidad de beneficiarios aún puede servirse satisfactoriamente:**

Se usará la siguiente expresión matemática:

$$P_d = P_i * (1 + \frac{r * t}{100})$$

Donde:

- **Pi:** Número de beneficiarios inicial
- **Pd:** Número de beneficiarios para la que es diseñada
- **r:** Valor en porcentaje con la cual aumenta o disminuye la población durante un año.
- **t:** Tiempo para el cual el sistema funcione satisfactoriamente en años

Se debe considerar:

El valor en porcentaje con la cual aumenta o disminuye la población durante un año este comprendido entre censos correspondientes al lugar de estudio.

De no contar con esa información que corresponda al lugar de estudio se puede optar por considerar el valor de los habitantes que tenga compartan similares atributos o de lo contrario el valor de la jurisdicción inmediata superior.

Si el valor en porcentaje solo disminuye la población durante un año, tiene que tomarse una población final congruente a la población inicial, por otro lado, se podría solicitar opinión a la institución correspondiente INEI.

También para el estudio demográfico se debe realizar el empadronamiento de cada familia beneficiaria en el lugar donde se realiza este estudio refrendado por sus autoridades.

Dotación: Es la cantidad en litros por persona por día necesaria para servir sus requerimientos por cada miembro de una familia en una unidad familiar, la determinación de esta dotación estará sujeto al uso de una tipología tecnológica para la evacuación de las aguas servidas determinada y aprobada según lineamientos del reglamento aprobado por el MVCS dispuesto su capítulo cuarto del reglamento para saneamiento en zona rural, estas cantidades de agua según la tipología

tecnológica para la evacuación de las aguas servidas y el lugar donde se lleva a cabo se da en la siguiente tabla.

Tabla 4

Cantidad de agua considerando la tipología tecnológica y el lugar (l/hab/d)

REGIÓN	CANTIDAD DE AGUA DEACUERDO A LA TIPOLOGIA	
	NO CUENTA CON SISTEMA	CUENTA CON SISTEMA
	HIDRÁULICO	HIDRÁULICO
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

Esta cantidad en colegios de ámbito rural puede tomarse de la siguiente tabla:

Tabla 5

Según el nivel de enseñanza

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (l/alumno)
Educación primaria e inferior (sin residencia)	20
Educación secundaria y superior (sin residencia)	25
Educación en general (con residencia)	50

Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural

- ✓ **Cantidad de agua para unidades familiares cuando la fuente de abastecimiento es la lluvia:** Tomaremos la cantidad de 30 l/hab.d. Esta cantidad es exclusiva para la ingesta personal y relacionada con el gasto para la alimentación, siendo necesario considerar un gasto para higiene también y para cualquier caso la tipología tecnológica para la evacuación de las aguas servidas debe ser sin sistema hidráulico.
- ✓ **Diferencias en el consumo:**

Mayor gasto por día (Q_{md}): Consideraremos el 1,3 del gasto diario del promedio de un año, Q_p es el gasto diario promedio en un año:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$

$$Q_{md} = 1,3 \times Q_p$$

Donde:

- **Qp:** gasto diario del promedio de un año en l/s
- **Qmd:** Mayor gasto por día en l/s
- **Dot:** Es la cantidad en litros por persona por día necesaria l/hab.
d
- **Pd:** Número de beneficiarios para la que es diseñada

Consumo máximo horario (Qmh): Se debe considerar un valor de 2,0 del consumo promedio diario anual, Qp de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot \times P_d}{86400}$$
$$Q_{mh} = 2 \times Q_p$$

Donde:

- **Qp:** Caudal promedio diario anual en l/s
 - **Qmh:** Mayor gasto por hora en l/s
 - **Dot:** Es la cantidad en litros por persona por día necesaria l/hab.
D
 - **Pd:** Número de beneficiarios para la que es diseñada
- ✓ **Volumen de agua para Diseño,** El conducto de transmisión de agua tiene que ser calculado para llevar por lo menos un volumen igual mayor gasto diario de agua (Qmd), además si fuera un conducto con interrupciones su cálculo debe estar dado con el mayor gasto horario (Qmh). El conducto de aducción requiere que tenga características para transmitir por lo menos un volumen igual al mayor gasto horario (Qmh).
 - ✓ **Valor de la rapidez admisible para el flujo,** En el conducto de transmisión de agua se tiene que contar con. Rapidez menor tiene un valor no inferior a 0.60 m/s. Rapidez mayor que se pueda tolerar con un valor de 3m/s, este valor podría llegar hasta los 5 m/s de haber el sustento correspondiente.
 - ✓ **Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero,** Cuando las cotas a lo largo de este conducto van disminuyendo desde la estructura de recolección a lo largo de este

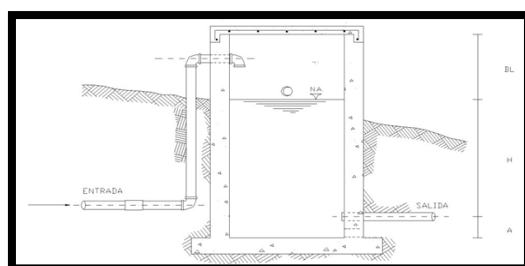
conducto esto va a producir presión que en algún punto del conducto superara al valor máximo que puede conducir. Para que esto no llegue a suceder se requiere la construcción de estructuras que literalmente rompa este valor máximo de la presión llevándola a cero. Para poder hacer estas estructuras se propone su construcción una vez llegada a 50 metros de altura vertical medido aguas abajo.

Algunas medidas que se pueden plantear:

- El valor mínimo de la sección interior será de: 0,60 x 0,60 m, medidas que permitirán la construcción de la misma y la operación de sus accesorios.
- Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero tendrá una altura resultante de sumar.
- Menor distancia vertical para la salida de agua 10 cm
- Menor distancia vertical libre o seca 40 cm

Figura 6

Estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero



Fuente. Reglamento aprobado por el MVCS para el saneamiento en zona rural
Tenemos del esquema:

A: Menor distancia vertical para la salida de agua (0.10 m)

H: Altura de agua calculada con la expresión Bernoulli de tal manera que el agua retenida pueda seguir la corriente del conducto de transmisión.

BL: Menor distancia vertical libre o seca (0.40 m)

HTC: altura total de la estructura en el conducto de transmisión de agua que lleva a la presión a cero.

$$H_t = A + H + B_L$$

2.2.6. PÉRDIDAS EN LA CONDUCCIÓN

Las pérdidas en la conducción representan uno de los principales problemas en sistemas de agua potable, especialmente en zonas rurales.

Tipos de pérdidas:

- ✓ **Infiltración:** Pérdida de agua hacia el subsuelo por falta de impermeabilización.
- ✓ **Evaporación:** Reducción del volumen por acción de la temperatura.
- ✓ **Fugas estructurales:** Fallas en la infraestructura.

Estas pérdidas afectan directamente la eficiencia del sistema y la disponibilidad del recurso.

2.2.7. CALIDAD DEL AGUA POTABLE

La calidad del agua potable es un factor crítico que debe garantizarse en todo el sistema de abastecimiento. El agua debe cumplir con estándares físicos, químicos y microbiológicos establecidos por normativas sanitarias.

El uso de canales abiertos expone el agua a contaminación, mientras que el canal cerrado permite mantener condiciones óptimas de salubridad.

2.2.8. NORMATIVA – REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES

El diseño del sistema se fundamenta en la normativa peruana vigente, especialmente en la:

- **Norma OS.030 – Sistemas de agua potable**

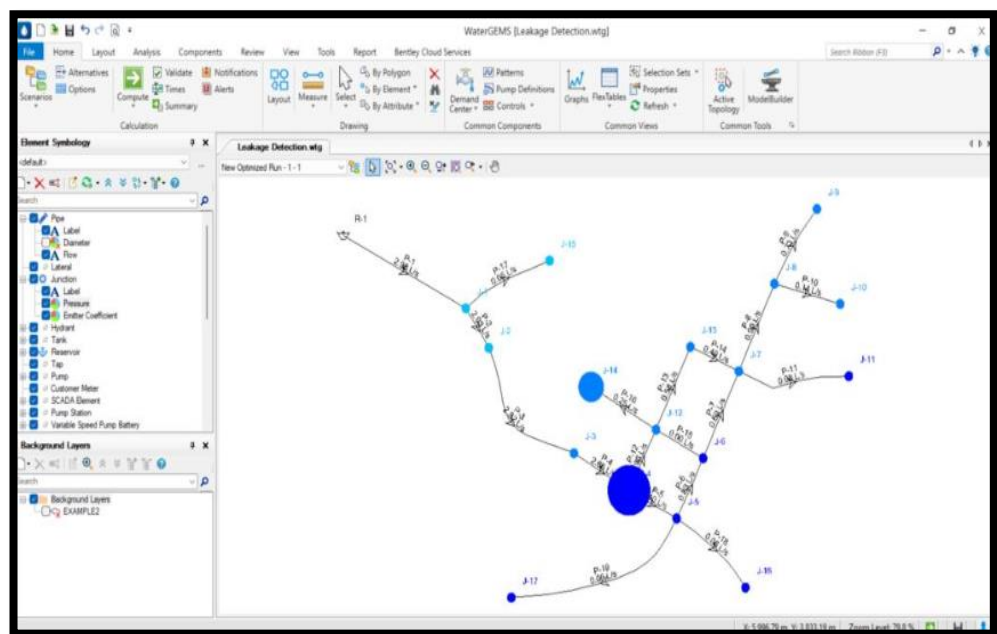
Esta norma establece criterios técnicos para el diseño, construcción y operación de sistemas de agua potable, incluyendo velocidades permisibles, materiales y condiciones sanitarias.

2.2.9. MODELAMIENTO HIDRÁULICO CON WATERCAD

El modelamiento hidráulico se realizará utilizando el software WaterCAD, el cual permite simular el comportamiento del flujo en sistemas de conducción de agua potable.

Figura 7

Modelamiento Hidráulico en WaterCAD



Fuente: Propio

Aplicaciones específicas:

- Simulación de caudales.
- Evaluación de velocidades.
- Análisis de pérdidas.
- Validación del diseño hidráulico.

El uso de esta herramienta permite optimizar el diseño y garantizar resultados confiables.

2.2.10. EFICIENCIA HIDRÁULICA

La eficiencia hidráulica se define como la capacidad del sistema para transportar agua con el menor nivel de pérdidas posibles, manteniendo condiciones adecuadas de flujo.

Factores que influyen:

- Diseño geométrico del canal.
- Material de construcción.
- Rugosidad interna.
- Pendiente del terreno.

Un sistema eficiente garantiza sostenibilidad, menor costo operativo y mejor servicio a la población.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

En esta sección se presentan los principales conceptos técnicos utilizados en la investigación, los cuales permiten comprender de manera precisa los elementos que intervienen en el diseño de un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado.

2.3.1. AGUA POTABLE

Se define como el agua apta para el consumo humano, que cumple con los estándares físicos, químicos y microbiológicos establecidos por la normativa sanitaria vigente. Debe ser incolora, inodora, insípida y libre de microorganismos patógenos. Su calidad debe mantenerse desde la captación hasta el punto de consumo.

2.3.2. ÁREA HIDRÁULICA

Es el área transversal ocupada por el flujo de agua dentro de una sección de canal o tubería. Se expresa en metros cuadrados (m^2) y es un parámetro fundamental para el cálculo del caudal y la velocidad del flujo.

2.3.3. CANAL CERRADO

Estructura hidráulica diseñada para transportar agua sin exposición al ambiente externo, evitando pérdidas por infiltración, evaporación y contaminación. Generalmente se construye en concreto o materiales impermeables y puede presentar sección rectangular, circular o trapezoidal.

2.3.4. CAUDAL

Volumen de agua que circula a través de una sección determinada por unidad de tiempo, generalmente expresado en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s). Es un parámetro fundamental para el diseño hidráulico.

2.3.5. CAUDAL DE DISEÑO

Caudal máximo estimado que debe ser capaz de transportar el sistema, considerando la demanda poblacional, dotación per cápita, factores de variación y crecimiento futuro. Su correcta determinación garantiza la eficiencia del sistema.

2.3.6. COEFICIENTE DE MANNING (N)

Parámetro empírico que representa la rugosidad de la superficie interna del canal y su resistencia al flujo. Valores menores indican superficies más lisas y mayor eficiencia hidráulica.

2.3.7. CONDUCCIÓN DE AGUA

Proceso mediante el cual el agua es transportada desde la fuente de captación hasta el reservorio o sistema de distribución, utilizando estructuras hidráulicas como canales o tuberías. Su eficiencia depende del diseño hidráulico y las condiciones del terreno.

2.3.8. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Alteración de las propiedades físicas, químicas o biológicas del agua debido a la presencia de agentes externos, como sedimentos, residuos orgánicos o microorganismos patógenos, afectando su potabilidad.

2.3.9. DEMANDA DE AGUA

Cantidad de agua requerida por la población en un periodo determinado, considerando factores como consumo doméstico, crecimiento poblacional y variaciones diarias.

2.3.10. DOTACIÓN DE AGUA

Cantidad de agua asignada por habitante por día, generalmente expresada en litros por habitante por día (L/hab/día). Es un valor normado que depende del tipo de población y nivel de servicio.

2.3.11. EFICIENCIA HIDRÁULICA

Capacidad de un sistema de conducción para transportar agua con mínimas pérdidas de energía y volumen, manteniendo condiciones adecuadas de velocidad, caudal y estabilidad del flujo.

2.3.12. ENERGÍA HIDRÁULICA

Energía asociada al movimiento del agua dentro de un sistema hidráulico, compuesta por energía cinética, potencial y de presión. Es fundamental para el análisis del flujo.

2.3.13. EVAPORACIÓN

Proceso físico mediante el cual el agua pasa de estado líquido a vapor debido a la acción de la temperatura y radiación solar, generando pérdidas en sistemas abiertos.

2.3.14. FLUJO UNIFORME

Condición hidráulica en la cual las características del flujo (velocidad, área, caudal) permanecen constantes a lo largo del canal.

2.3.15. GRADIENTE HIDRÁULICO

Representa la variación de energía por unidad de longitud en un sistema hidráulico, determinando la dirección y comportamiento del flujo.

2.3.16. INFILTRACIÓN

Proceso mediante el cual el agua se pierde hacia el subsuelo a través de las paredes o fondo del canal, especialmente en estructuras no revestidas.

2.3.17. MODELAMIENTO HIDRÁULICO

Proceso de simulación del comportamiento del flujo de agua mediante herramientas matemáticas y computacionales, que permite analizar, diseñar y optimizar sistemas hidráulicos.

2.3.18. WATERCAD

Software especializado en el análisis y diseño de sistemas de agua potable, que permite simular el comportamiento del flujo, evaluar presiones, velocidades y pérdidas, y optimizar el diseño hidráulico.

2.3.19. NORMATIVA RNE – OS.030

Conjunto de disposiciones técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú que regula el diseño, construcción y operación de sistemas de agua potable, garantizando seguridad, eficiencia y salubridad.

2.3.20. PENDIENTE HIDRÁULICA

Relación entre la diferencia de altura y la longitud del canal, que permite el desplazamiento del agua por gravedad. Se expresa como porcentaje o fracción.

2.3.21. PERÍMETRO MOJADO

Longitud de la superficie del canal que está en contacto con el agua. Es un parámetro necesario para calcular el radio hidráulico.

2.3.22. PÉRDIDAS DE AGUA

Disminución del volumen de agua durante su conducción debido a infiltración, evaporación o fugas estructurales, afectando la eficiencia del sistema.

2.3.23. PRESIÓN HIDRÁULICA

Fuerza ejercida por el agua sobre las paredes del sistema de conducción, fundamental en sistemas presurizados.

2.3.24. RADIO HIDRÁULICO

Relación entre el área hidráulica y el perímetro mojado. Es un parámetro clave en el cálculo de la velocidad mediante la ecuación de Manning.

2.3.25. RESERVORIO

Estructura hidráulica destinada al almacenamiento de agua para regular el suministro y garantizar la continuidad del servicio.

2.3.26. RUGOSIDAD

Característica de la superficie interna del canal que genera resistencia al flujo del agua, influyendo directamente en la velocidad.

2.3.27. SECCIÓN HIDRÁULICA

Forma geométrica del canal (rectangular, trapezoidal, circular) que determina la capacidad de conducción del sistema.

2.3.28. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Conjunto de infraestructuras hidráulicas destinadas a captar, conducir, almacenar y distribuir agua potable a una población determinada, garantizando condiciones adecuadas de cantidad, calidad y presión.

2.3.29. VELOCIDAD DEL FLUJO

Volumen de agua que circula a través de una sección determinada por unidad de tiempo, generalmente expresado en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s). Es un parámetro fundamental para el diseño hidráulico.

2.4. HIPÓTESIS

La presente investigación es de tipo aplicada y de nivel descriptivo–propositivo, orientada al diseño de un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado. En ese sentido, no se plantea hipótesis, debido a que no se busca comprobar relaciones causales entre variables mediante métodos estadísticos, sino desarrollar una propuesta técnica sustentada en principios de ingeniería hidráulica y validada mediante modelamiento con software especializado.

2.5. VARIABLES

De acuerdo al enfoque de la investigación, se identifican las siguientes variables:

2.5.1. VARIABLE DE DISEÑO:

Diseño del canal cerrado

DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Hace referencia al sistema de conducción diseñado para transportar agua sin exposición externa, optimizando condiciones hidráulicas.

DEFINICIÓN OPERACIONAL

Se determina mediante cálculos hidráulicos (caudal, velocidad, pendiente, sección) y modelamiento en WaterCAD.

2.5.2. VARIABLE DE DESEMPEÑO HIDRÁULICO

Eficiencia en el transporte de agua potable

DEFINICIÓN CONCEPTUAL

Se refiere al desempeño hidráulico del sistema en términos de reducción de pérdidas, continuidad del servicio y calidad del agua durante la conducción.

DEFINICIÓN OPERACIONAL

Se mide mediante indicadores de pérdidas, continuidad del flujo, velocidad adecuada y protección sanitaria.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6

Matriz de operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR
VARIABLE DE DISEÑO Diseño del canal cerrado	Parámetros hidráulicos	– Caudal de diseño (Q)
		– Velocidad del flujo (V)
		– Pendiente (S)
	Características geométricas	– Área hidráulica
		– Sección del canal
		– Radio hidráulico
	Material del canal	– Tipo de material
		– Rugosidad (n)
	Pérdidas de agua	– Pérdidas por infiltración
		– Pérdidas por evaporación
VARIABLE DE DESEMPEÑO Eficiencia en el transporte de agua potable	Continuidad del servicio	– Caudal entregado
		– Estabilidad del flujo
		– Nivel de
	Calidad del agua	contaminación
		– Protección sanitaria

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada, ya que busca dar solución a un problema concreto relacionado con la ineficiencia en el transporte de agua potable en el centro poblado de Santa Cruz de Ila. En este sentido, no se limita a generar conocimiento teórico, sino que propone una solución técnica mediante el diseño de un canal cerrado. El carácter aplicado de la investigación se evidencia en la utilización de herramientas de ingeniería hidráulica y software especializado para desarrollar una propuesta viable que pueda ser implementada en la realidad.

Asimismo, empleó el método científico, cuyo desarrollo se inicia con la observación del problema, mediante la identificación de las deficiencias existentes en el sistema de conducción de agua potable. Posteriormente, se plantea el problema a partir de la necesidad de mejorar dicho sistema y se recopila información relacionada con las características topográficas, la población y la demanda de agua. A continuación, se analizan los datos obtenidos mediante la aplicación de principios hidráulicos para elaborar el diseño propuesto. Seguidamente, se efectúa el modelamiento y la simulación hidráulica del sistema mediante el software WaterCAD. Finalmente, se formulan las conclusiones y se valida la viabilidad técnica de la propuesta.

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación adopta un **enfoque cuantitativo**, debido a que se basa en el uso de datos numéricos, cálculos hidráulicos y modelamiento computacional para el diseño del sistema de conducción de agua potable. Este enfoque permite analizar variables técnicas como caudal, velocidad, pendiente y pérdidas de

agua, las cuales son cuantificables y verificables mediante procedimientos matemáticos y herramientas especializadas.

Asimismo, el enfoque cuantitativo garantiza objetividad en los resultados, ya que el diseño propuesto se sustenta en principios de la hidráulica y en la aplicación de modelos matemáticos que describen el comportamiento del flujo de agua en sistemas de conducción.

3.1.2. NIVEL

El nivel de la investigación es **descriptivo – propositivo**. Es descriptivo porque analiza y caracteriza el estado actual del sistema de conducción de agua potable, identificando deficiencias como pérdidas de agua, contaminación y baja eficiencia hidráulica. Asimismo, es propositivo porque plantea una solución técnica mediante el diseño de un canal cerrado, sustentado en cálculos hidráulicos y modelamiento computacional. Este nivel es adecuado para estudios de ingeniería orientados al diseño de infraestructuras.

3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación es **no experimental – transversal**. Es no experimental porque las variables no fueron manipuladas en condiciones reales, sino que se analizaron y modelaron mediante simulación hidráulica. Asimismo, fue transversal porque el análisis se realiza en un periodo determinado, sin seguimiento en el tiempo. En ese sentido, el diseño se basa en la recopilación de información, análisis técnico y elaboración de una propuesta de diseño validada mediante simulación.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población de estudio está constituida por el **sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Santa Cruz de Ila**, el cual comprende el conjunto de componentes hidráulicos que permiten la captación, conducción, almacenamiento y distribución del recurso hídrico hacia la población beneficiaria.

Desde el punto de vista técnico, la población no se refiere a individuos o unidades estadísticas, sino al **sistema hidráulico en su integridad**, considerando sus características físicas, operativas y funcionales, las cuales influyen directamente en la eficiencia del servicio de agua potable.

3.2.2. MUESTRA

La muestra está representada por el **tramo de conducción del sistema de agua potable**, el cual constituye la unidad específica de análisis dentro de la presente investigación. Este componente ha sido seleccionado debido a que concentra las principales deficiencias identificadas, tales como pérdidas de agua, exposición a contaminantes y baja eficiencia hidráulica.

El análisis de este tramo permite desarrollar el diseño de un canal cerrado como solución técnica, enfocándose en la optimización de parámetros hidráulicos y la mejora del transporte del recurso hídrico

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos constituye una etapa fundamental en la presente investigación, ya que permite obtener información confiable y precisa para el análisis del sistema de conducción de agua potable y el posterior diseño hidráulico del canal cerrado. Para ello, se emplean técnicas e instrumentos propios de la ingeniería civil, orientados a la caracterización del sistema existente y la obtención de parámetros necesarios para el modelamiento hidráulico.

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

TÉCNICAS UTILIZADAS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS OBSERVACIÓN DIRECTA

La observación directa consiste en la inspección visual y técnica del sistema de conducción existente en el centro poblado de Santa Cruz de Ila. Esta técnica permite identificar las condiciones reales de la infraestructura, tales como el estado físico del canal, presencia de

fisuras, pérdidas por infiltración, obstrucciones y exposición a agentes contaminantes.

Asimismo, facilita el reconocimiento de las condiciones topográficas del terreno, pendientes naturales y puntos críticos del sistema, lo cual es esencial para el planteamiento del diseño hidráulico.

Figura 8

Captación de ladera existente



Fuente. Propio

Figura 9

Pase aéreo existente



Fuente: Propio

Figura 10

Válvula de control existente



Fuente: Propio

Figura 11

Cámara Rompe – Presión



Fuente: Propio

Figura 12

Línea de Conducción



Fuente: Propio

Figura 13

Reservorio existente de la zona



Fuente: Propio

REVISIÓN DOCUMENTAL

Esta técnica comprende el análisis de información secundaria relevante para la investigación, tales como:

- ✓ Estudios previos de sistemas de agua potable
- ✓ Normativa técnica vigente (RNE – OS.030)
- ✓ Planos existentes
- ✓ Datos poblacionales y de dotación
- ✓ Manuales de diseño hidráulico

La revisión documental permite sustentar teóricamente el diseño, establecer criterios normativos y validar los parámetros utilizados en el cálculo hidráulico.

ANÁLISIS TÉCNICO

El análisis técnico se basa en la aplicación de principios de la hidráulica y mecánica de fluidos para el dimensionamiento del canal cerrado. Esta técnica incluye:

- ✓ Cálculo del caudal de diseño
- ✓ Aplicación de la ecuación de Manning

- ✓ Determinación de velocidad, pendiente y sección hidráulica
- ✓ Evaluación de pérdidas de energía

Asimismo, el análisis técnico se complementa con el modelamiento hidráulico mediante el software WaterCAD, lo que permite simular el comportamiento del sistema y validar el diseño propuesto.

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos utilizados permiten registrar, procesar y analizar la información obtenida mediante las técnicas descritas.

Tabla 7

Instrumentos utilizados en la investigación

Instrumento	Descripción	Aplicación
Fichas de recolección de datos	Formatos estructurados para registrar información de campo	Registro de condiciones del sistema
Planos topográficos	Representación gráfica del terreno y sistema existente	Análisis de pendientes y trazado
Hojas de cálculo	Herramientas digitales para cálculos hidráulicos	Dimensionamiento del canal
WaterCAD	Software especializado en modelamiento hidráulico	Simulación y validación del diseño

Fuente: Propia

FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

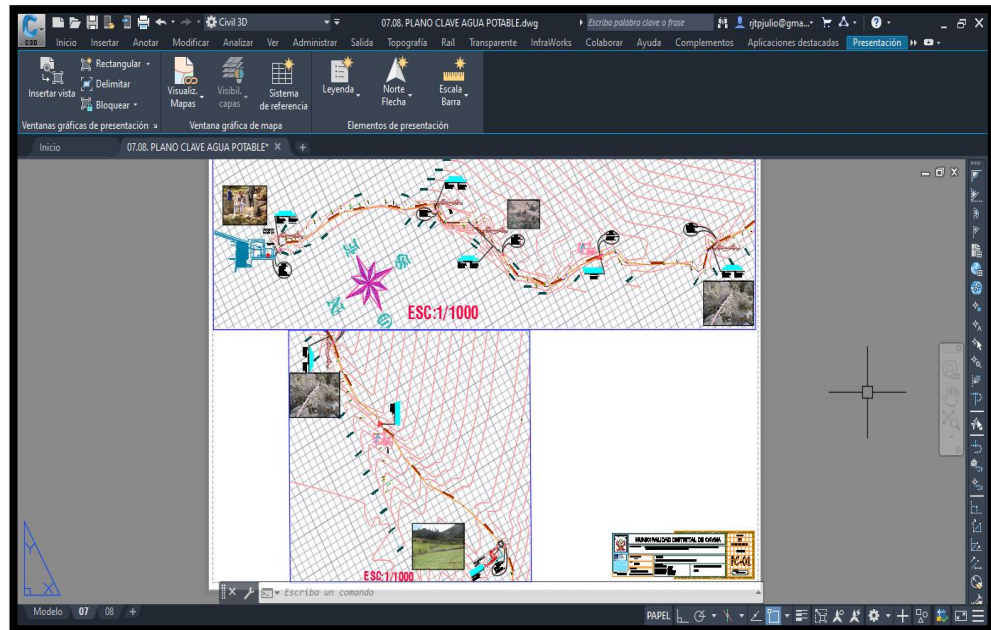
Las fichas de recolección permiten registrar de manera ordenada y sistemática la información obtenida en campo, incluyendo datos sobre el estado de la infraestructura, condiciones del terreno y observaciones técnicas relevantes.

PLANOS TOPOGRÁFICOS

Los planos topográficos constituyen un instrumento fundamental para el diseño hidráulico, ya que permiten determinar las pendientes del terreno, perfiles longitudinales y secciones transversales necesarias para el dimensionamiento del canal.

Tabla 8

Plano topográfico de la zona



Fuente: Propio

HOJAS DE CÁLCULO

Las hojas de cálculo (Excel u otros) son utilizadas para realizar los cálculos hidráulicos necesarios, tales como:

- ✓ Determinación del caudal de diseño
- ✓ Cálculo de velocidad mediante Manning
- ✓ Dimensionamiento de la sección hidráulica
- ✓ Evaluación de parámetros de diseño

Estas herramientas permiten sistematizar los cálculos y reducir errores en el proceso de diseño.

SOFTWARE HIDRÁULICO

El software WaterCAD es utilizado para el modelamiento hidráulico del sistema de conducción, permitiendo simular el comportamiento del flujo de agua en función de los parámetros definidos.

Este instrumento posibilita:

- ✓ Evaluar la eficiencia del diseño
- ✓ Analizar velocidades y caudales
- ✓ Detectar pérdidas y puntos críticos
- ✓ Validar el funcionamiento del sistema propuesto

La combinación de técnicas e instrumentos utilizados garantiza la obtención de información confiable y precisa, permitiendo desarrollar un diseño hidráulico técnicamente sustentado. El uso de herramientas modernas como WaterCAD complementa el análisis tradicional, asegurando resultados óptimos y aplicables a la realidad del sistema de abastecimiento de agua potable.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

De acuerdo con los parámetros técnicos establecidos se emplearán los parámetros hidráulicos para el diseño y modelamiento hidráulico en WATERCAD.

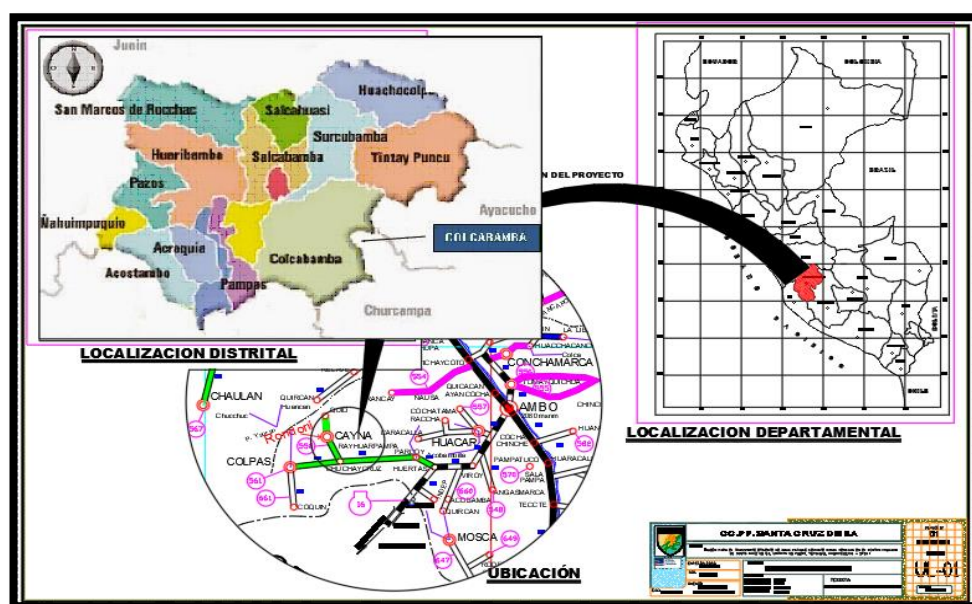
4.1.1. PARÁMETROS DE DISEÑO

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Centro Poblado de Santa Cruz de Ila se localiza dentro de la jurisdicción del distrito de Pazos, en la provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica. Para el año 2024 se reporta una población aproximada de 107 familias, con una densidad poblacional de 6,80 integrantes por familia, lo que equivale a un total de 728 habitantes. El área se delimita dentro de las siguientes coordenadas: CC.PP. Bajo Santa Cruz de Ila, $12^{\circ}15'29.58''S$; $75^{\circ}0'44.75''O$; 3,446 m Z.

Figura 14

Plano de ubicación



Nota. Fuente Propia

CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO

El levantamiento topográfico del área de estudio fue ejecutado mediante el uso de una **Estación Total de alta precisión marca Topcon**, permitiendo la obtención de datos confiables para la elaboración del diseño hidráulico. Los puntos levantados en campo fueron posteriormente procesados y representados en planos topográficos, referenciados al sistema de coordenadas **UTM – Datum WGS84**, garantizando su compatibilidad con estándares cartográficos y geoespaciales.

La metodología empleada correspondió al **método de radiación desde estación**, el cual consiste en la medición de puntos desde una estación base previamente establecida en campo, asegurando precisión en la captura de datos planimétricos y altimétricos. La información recolectada fue procesada en gabinete utilizando software especializado, lo que permitió generar curvas de nivel, perfiles longitudinales y secciones transversales del terreno.

Este procedimiento fue seleccionado en función de las características del área de estudio y la necesidad de contar con información topográfica detallada, cumpliendo además con los tiempos establecidos en el cronograma de actividades del proyecto.

Figura 15

Registro fotográfico de la medición topográfica



Nota. Equipo Topográfico

Figura 16

Área de influencia



Nota: Equipo Topográfico

Figura 17

Coordenadas UTM de Vértices del área de influencia

CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	153.28	119°29'34"	344034.400	8868731.040
P2	P2 - P3	248.84	159°6'56"	344030.510	8868884.270
P3	P3 - P4	173.23	137°31'3"	344113.290	8869118.940
P4	P4 - P5	325.40	182°14'40"	344266.120	8869200.500
P5	P5 - P6	145.30	186°42'36"	344546.980	8869364.830
P6	P6 - P7	161.40	111°30'31"	344662.960	8869452.360
P7	P7 - P8	161.76	90°8'12"	344800.650	8869368.150
P8	P8 - P9	277.71	146°20'47"	344716.580	8869229.950
P9	P9 - P10	189.91	172°28'28"	344464.960	8869112.440
P10	P10 - P11	101.16	232°43'55"	344283.850	8869055.310
P11	P11 - P12	105.46	198°3'35"	344249.650	8868960.110
P12	P12 - P13	218.58	170°49'3"	344246.520	8868854.700
P13	P13 - P1	193.57	72°50'41"	344205.250	8868640.050

Nota. Equipo Topográfico

POBLACIÓN ACTUAL DEL CC.PP. SANTA CRUZ DE ILA

Presenta una población vigente de 728 personas registrados en el Padrón de Beneficiarios que se realizó por parte del comité de la comunidad, la cual es la siguiente:

Tabla 9*Síntesis del registro de beneficiarios*

RESUMEN	VIVIENDAS	HABITANTES	DENSIDAD
TOTAL, DE VIVIENDA	107	728	6.80

Nota. Listado de usuarios beneficiarios (2024).

Asimismo, en la localidad existen instituciones públicas que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 10*Instituciones Públicas*

NOMBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	USUARIOS
I.E.I. N° 309	INICIAL	20
I.E. N° 32135	PRIMARIA	35

Nota. Minedu Escala (2024).**Tabla 11***Instituciones Sociales*

NOMBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	USUARIOS
Puesto de Salud	Centro de Salud	3

Nota. Propio (2024).

Por lo tanto, tenemos 107 viviendas, 02 Instituciones Públicas, y 01 centro médico, las cuales serán consideradas dentro del sistema de Red de Distribución.

PERIODO DE DISEÑO

El punto de partida del proyecto, denominado año cero, corresponde a el momento en que comienza la recopilación de datos y el arranque del proyecto, considerándose el horizonte de diseño para la línea de Aducción y Distribución se considera:

Tabla 12*Periodo de diseño*

ESTRUCTURA	PERIODO DE DISEÑO
Sistemas de conducción, aducción, impulsión y distribución de agua	20 años

TASA DE CRECIMIENTO

La tasa anual de crecimiento poblacional (r %) debe calcularse en función de los periodos intercensales, del Centro Poblado de Santa Cruz de Ila, y basado a los datos obtenidos por la INEI. Por lo tanto, la tasa de crecimiento anual (r %), del CC.PP. de Santa Cruz de Ila, es:

$$\text{Tasa (r)} = 1.07\%$$

POBLACIÓN PROYECTADA PARA EL DISEÑO FUTURO

La proyección de la población futura se llevará a cabo aplicando el método aritmético: $P_f = P_i + r \cdot t$

Donde:

Pi = 728 habitantes, t = 20 años y r = 1.07%

En consecuencia, la población estimada para el diseño corresponde a Pf = 884 habitantes.

DOTACIÓN

Consumo doméstico: para el servicio de agua potable es necesario definir el tipo de unidad de saneamiento a implementar, considerando las siguientes dotaciones de referencia:

Tabla 13

Asignación de consumo de agua doméstico (lt/hab/día)

ZONA	TIPO DE UBS	
	Sistema sin arrastre hidráulico	Sistema con arrastre hidráulico
COSTA	60	90
SIERRA	50	80
SELVA	70	100

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA-ANEXO

Consumo Estatal; del servicio de asignación de agua potable destinada a instituciones educativas:

Tabla 14*Dotación del consumo estatal (lt/alumno/día)*

ZONA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	DOTACIÓN
COSTA,		
SIERRA	Educación inicial y primaria	20
Y		
SELVA	Educación secundaria	25

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA-ANEXO

Consumo Social; del servicio de asignación de agua potable destinada a instituciones sociales:

Tabla 15*Dotación del consumo social (lt/camilla/día)*

ZONA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	DOTACIÓN
COSTA,	Casa Comunal	3 lt/asiento/día
SIERRA	Centro de Salud	600 lt/camilla/día
Y		
SELVA	Otros	3 lt/asiento/día

Fuente: RM-192-2018-VIVIENDA-ANEXO

CONSUMO DE AGUA

Gasto por Consumo doméstico, servicios estatales y servicios sociales, correspondiente al servicio de agua potable que se hallará de la siguiente manera:

Tabla 16*Gasto por consumo doméstico (lt/seg)*

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/hab/día	GASTO l/s
884	Sierra	UBS A. H.	100	1.023
			Total =	1.023

Fuente: Propia

Tabla 17

Gasto por consumo de servicios estatales (lt/seg)

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/alumno/día	GASTO l/s
25	Sierra	Inicial	25	0.008
43	Sierra	Primaria	25	0.012
			Total	0.020

Fuente: Propia

Tabla 18

Gasto por consumo de servicios sociales (lt/seg)

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/camilla/día	GASTO l/s
3	Sierra	Centro de Salud	600	0.021
			Total	0.021

Fuente: Propia

Por lo tanto, el consumo total de agua, se deberá asumir con las pérdidas físicas, ya que corresponde a pérdidas reales de agua potable, es decir es agua potable producida pero no utilizada por efectos de fugas en tuberías en mal estado, rebose no controlado en reservorios, etc. Las pérdidas se estimas con un % de la producción:

$$PF = Produccion \cdot \%Perdida$$

$$Q_{medio} = Consumo\ total / (1 - \%PF)$$

Tabla 19

Gasto por pérdidas físicas (lt/seg)

Asumiendo una pérdida en todo el sistema de :			10%
Qmedio _{domestico}	1.137		l/s
Qmedio _{estatal}	0.022		l/s
Qmedio _{social}	0.023		l/s
Qmedio	1.182		l/s

Por lo tanto, el consumo total de agua es de:

$Q_{\text{medio}} = 1.182 \text{ l/s}$
--

FLUCTUACIONES EN EL CONSUMO DE AGUA

Consumo Máximo Diario (Q_{md}); debe estimarse tomando como referencia un 30% adicional al consumo total promedio, este caudal obtenido se deberá utilizar en el tramo de conducción del servicio de agua tratada.

$Q_{md} = 1.536 \text{ l/seg}$

Consumo Máximo Horario (Q_{mh}); se calcula aplicando un factor de 2,00 sobre el consumo total. El caudal resultante debe emplearse en el diseño de la línea de aducción y de la red de distribución del sistema de agua potable.

$Q_{mh} = 2.364 \text{ l/seg}$

Por lo tanto, **el caudal máximo horario (Q_{mh})** servirá como referencia principal para el dimensionamiento de la red de distribución, conforme a los lineamientos establecidos por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), los cuales indican su aplicación en proyectos destinados para el suministro de agua segura en comunidades rurales con menos de 2,000 habitantes.

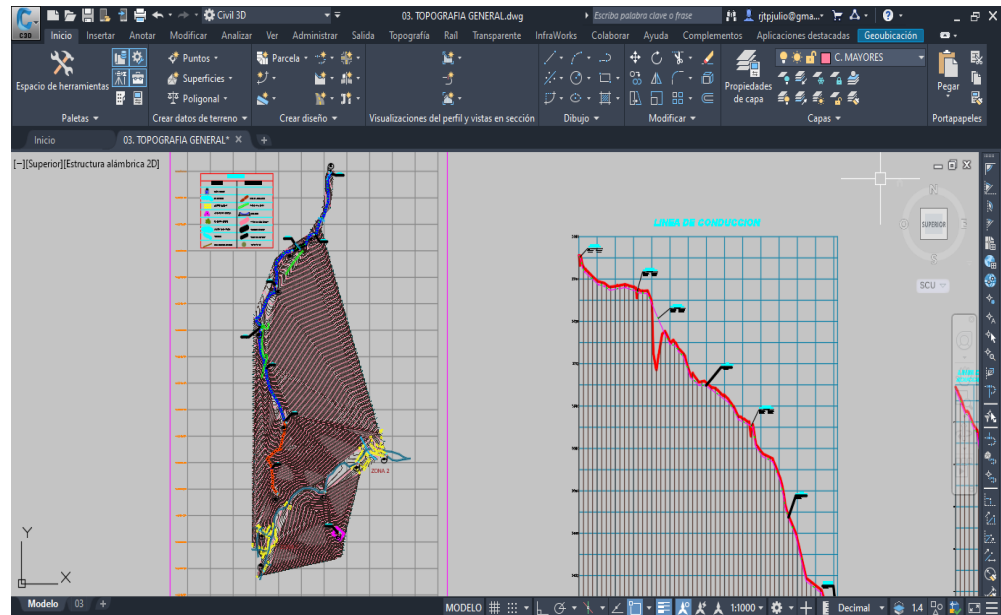
4.1.2. CONFIGURACIÓN Y MODELAMIENTO EN WATERCAD

EXPORTACIÓN DEL CIVIL 3D AL WATERCAD

Teniendo el plano topográfico del proyecto se tiene que exportar en formato .DXF para poder importarlo al programa del WaterCAD, de la siguiente manera:

Figura 18

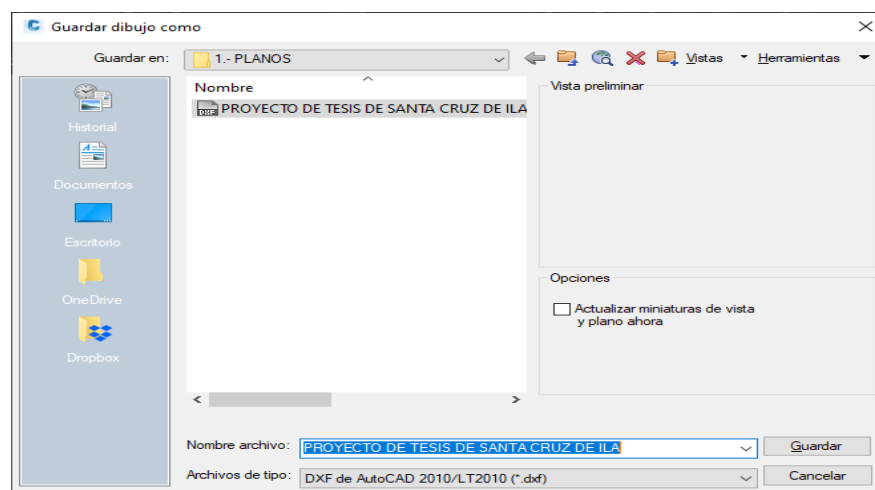
Plano topográfico en Civil 3D



Fuente: Propia en CIVIL 3D

Figura 19

Panel de Control para guardar en formato DXF

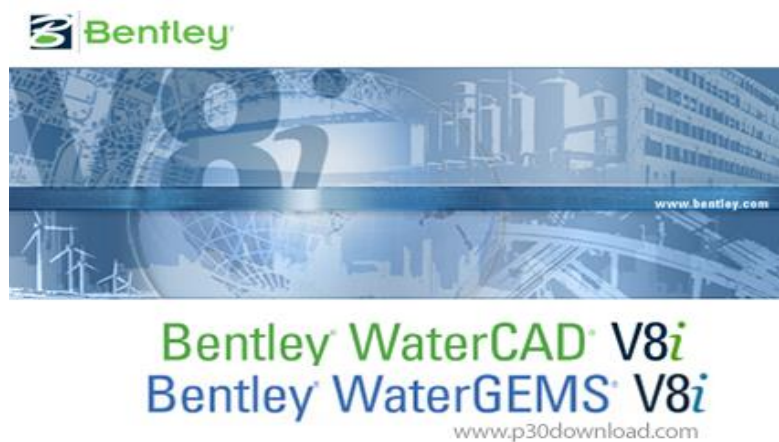


Fuente: Propia en CIVIL 3D

Luego de guardar el plano topográfico en formato DXF, se abrirá el WaterCAD, para poder exportar las curvas de nivel de la topografía, y también la ubicación de las viviendas beneficiarias.

Figura 20

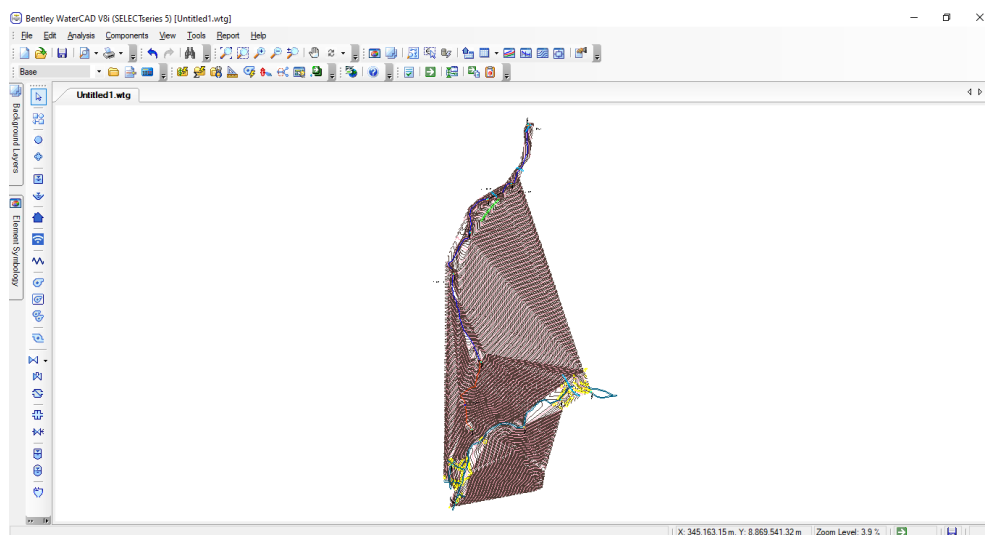
WaterCAD V8i



La exportación del plano de lotización de viviendas estará en formato DXF, luego se exportará en el WaterCAD, con el fin de ejecutar el trazo de la línea de aducción y de la red de distribución.

Figura 21

Exportación del Civil 3D al WaterCAD V8i



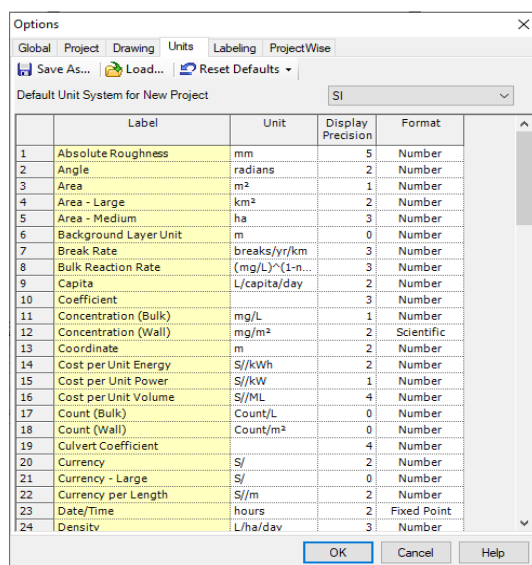
Fuente: Propia en WaterCAD V8i

DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DEL WATERCAD

Se configuran las unidades en WaterCAD para ajustarlas a las utilizadas en el Perú, la cual se realizará de la siguiente manera:

Figura 22

Ajuste de parámetros y unidades en el software WaterCAD V8i



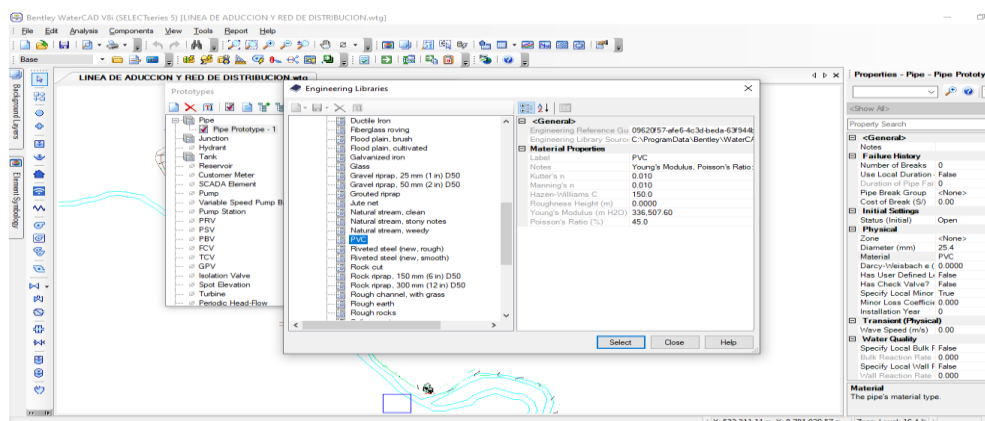
Fuente: Propia en WaterCAD V8i

DEFINICIÓN CORRESPONDIENTE AL TIPO DE MATERIAL DE LA TUBERÍA Y EL TIPO DE LÍQUIDO A UTILIZAR EN EL WATERCAD

En el dimensionamiento hidráulico de la línea de conducción y la red de distribución se empleará tubería de PVC C-10 para el transporte de agua potable.

Figura 23

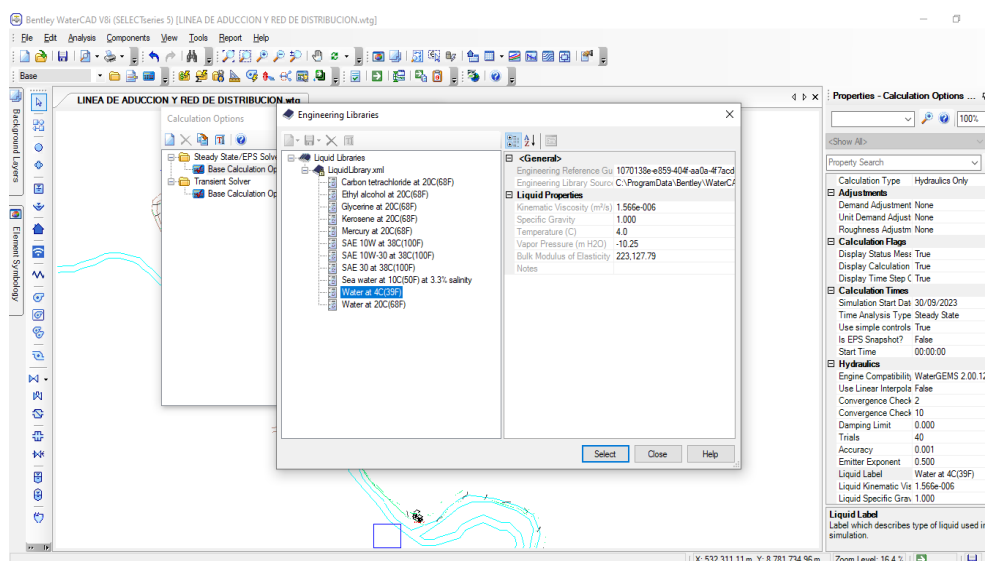
Configuración según el tipo de material seleccionado para la tubería



Fuente: Propia en WaterCAD V8i

Figura 24

Configuración del tipo de líquido a utilizar



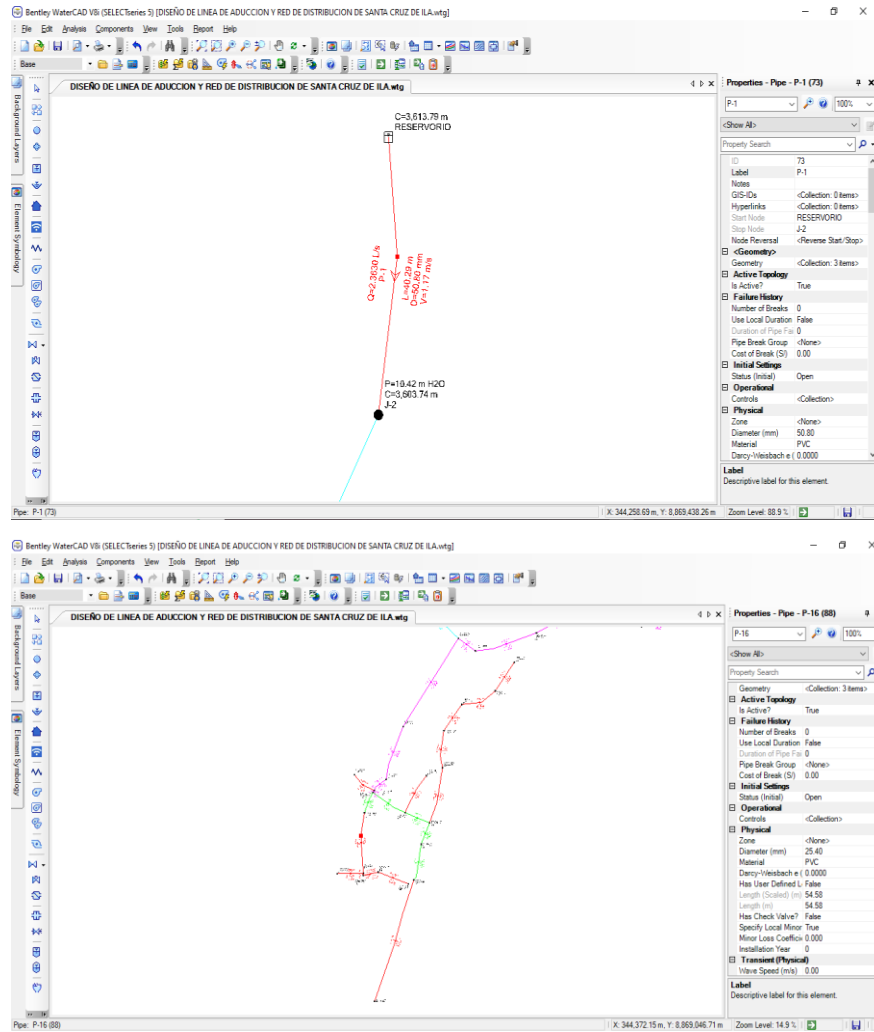
Fuente: Propia en WaterCAD V8i

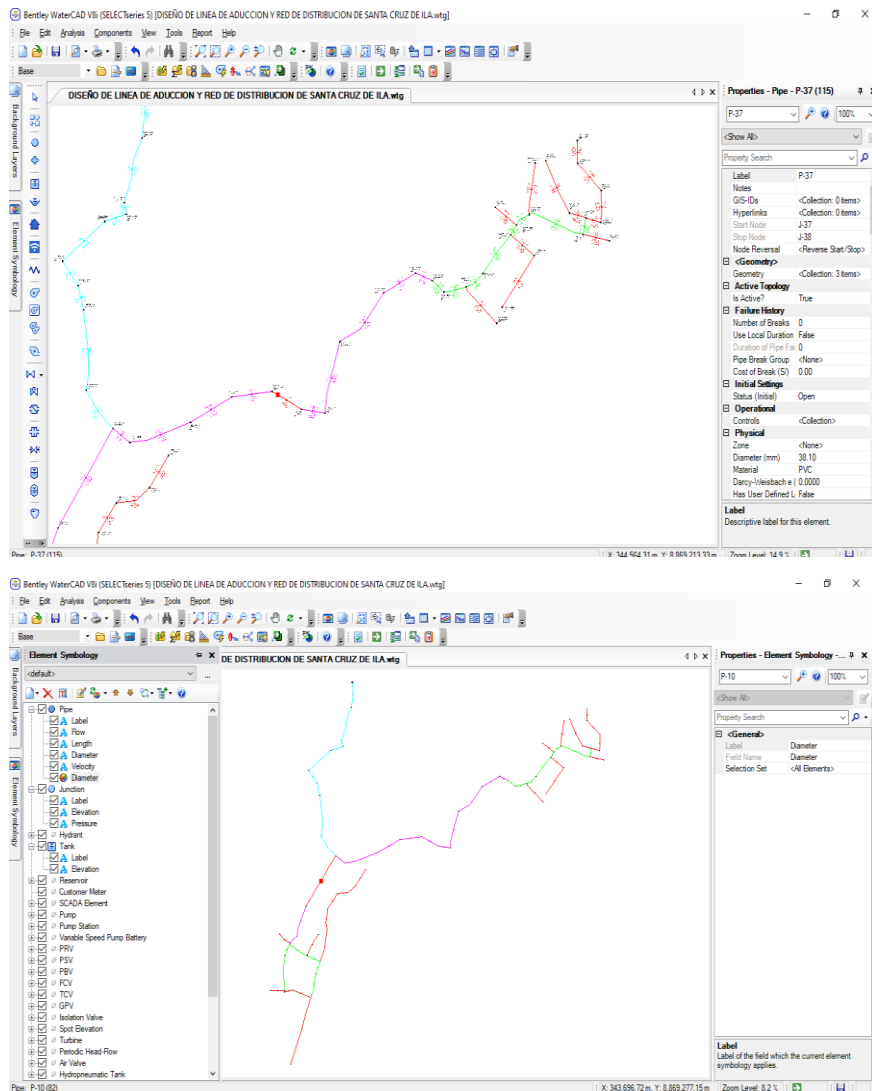
COLOCACIÓN DE LOS NODOS Y TRAMOS EN EL ALINEAMIENTO DEL SISTEMA CORRESPONDIENTE A LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Se traza el alineamiento perteneciente al sistema de distribución de agua utilizando nodos y tramos, desde el reservorio hasta las viviendas beneficiarias. Se definen las redes principales y secundarias de acuerdo con la topografía de la comunidad nativa Bajo Somontonari, de la siguiente manera:

Figura 25

Trazado de la red de distribución





Fuente: Propia en WaterCAD V8i

MODELADO DE CAUDALES EN LOS NUDOS

Se realizó el modelamiento de caudales en los nodos del sistema de agua potable. Se calculó el gasto promedio para el sistema, considerando la red principal y secundaria. Este cálculo se efectuó previamente conforme al alineamiento de la red de distribución y se llevó a cabo de la siguiente manera:

Gasto Doméstico: el consumo medio por habitante para uso domiciliario se calculará dividiendo el consumo promedio total entre la población o, en su defecto, entre el número de viviendas atendidas.

Tabla 20*Consumo unitario por vivienda o habitante (lt/seg/viv)*

		Año Base	Año Diseño	Incr.	Qp	Q_{unitario} l/s/viv
		viv	viv	viv	l/s	
Vivienda	(Viv.)	107	130	23	1.137	0.0087
		107	130		1.137	

Fuente: Propia

Gasto Estatal: El consumo promedio unitario destinado a servicios estatales se determinará dividiendo el gasto total entre la población beneficiada en la institución educativa.

Tabla 21*Gasto Estatal unitario (lt/seg/alumno)*

	FUTURA Alumnos	Qp l/s	Q_{unitario} l/s/alumno
Población Inicial	25.00	0.008	0.0003
Población Primaria	43.00	0.014	0.0003
		0.022	

Fuente: Propia

Gasto Social: El consumo promedio unitario destinado a servicios sociales se determinará de la siguiente manera:

Tabla 22*Gasto Social unitario (lt/seg/camilla)*

	FUTURA Camillas	Qp l/s	Q_{unitario} l/s/alumno
Posta de Salud	3.00	0.023	0.00772
		0.023	

Fuente: Propia

Dotación en los Nudos y Sistema de Análisis: seguidamente se evalúa el consumo correspondiente a cada sistema, tomando como referencia el caudal asignado a cada nodo de la red.

Tabla 23

Dotación por Nodo y Sistema (lt/seg)

Nodo	GASTO DOMESTICO						GASTO ESTATAL				GASTO SOCIAL				SISTE MA	
	Lote y/o vivien da existe nte	Lote y/o vivie nda proy ecta da	Lote y/o vivien da Total	Sector	Gasto Unitar io (L/s/vi v)	Gasto domés tico (l/s)	TIPO	Poblac . (hab)	Gasto Unita rio (L/s/h ab)	Gast o Estat al (l/s)	TIP O	Pobla c. (hab)	Gasto Unita rio (L/s/h ab)	Gasto Socia l (l/s)		GAST O l/s
J-2	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-3	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-4	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-5	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-6	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-7	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-8	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-9	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-10	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1
J-11	0		0	Sector I	0.010 6	0.0000									0.0000	S1

J-12	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1
J-13	2	2	Sector	0.010				
			I	6	0.0212		0.0212	S1
J-14	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1
J-15	2	2	Sector	0.010			0.0212	
			I	6	0.0212			S1
J-16	1	1	Sector	0.010				
			I	6	0.0106		0.0106	S1
J-17	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1
J-18	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1
J-19	2	2	Sector	0.010				
			I	6	0.0212		0.0212	S1
J-21	1	1	Sector	0.010				
			I	6	0.0106		0.0106	S1
J-22	6	6	Sector	0.010				
			I	6	0.0637		0.0637	S1
J-23	3	3	Sector	0.010				
			I	6	0.0319		0.0319	S1
J-24	6	6	Sector	0.010				
			I	6	0.0637		0.0637	S1
J-25	1	1	Sector	0.010				
			I	6	0.0106		0.0106	S1
J-26	11	11	Sector	0.010				
			I	6	0.1169		0.1169	S1
J-27	1	1	Sector	0.010				
			I	6	0.0106		0.0106	S1
J-28	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1
J-29	0	0	Sector	0.010				
			I	6	0.0000		0.0000	S1

[illegible]

J-47	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-48	5	5	Sector II	0.0106	0.0531						0.0531	S1
J-49	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-50	1	1	Sector II	0.0106	0.0106						0.0106	S1
J-51	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-52	0	0	Sector II	0.0106	0.0000						0.0000	S1
J-53	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-54	11	11	Sector II	0.0106	0.1169						0.1169	S1
J-55	6	6	Sector II	0.0106	0.0637						0.0637	S1
J-56	0	0	Sector II	0.0106	0.0000						0.0000	S1
J-57	1	1	Sector II	0.0106	0.0106						0.0106	S1
J-58	3	3	Sector II	0.0106	0.0319						0.0319	S1
J-59	1	1	Sector II	0.0106	0.0106						0.0106	S1
J-60	1	1	Sector II	0.0106	0.0106						0.0106	S1
J-61	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-62	2	2	Sector II	0.0106	0.0212						0.0212	S1
J-63	2	2	Sector II	0.0106	0.0212	Prima ria	43	0.000 322	0.013 8		0.0351	S1

TOTAL	107	0	107	0.00	1.137	0.000	0.000	0.022	0.000	0.023	1.182
-------	-----	---	-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Tabla 24*Resumen de dotación*

Sistema	Gasto Domestico	Gasto Estatal	Gasto Social	Gasto Prom.
S1	1.1368	0.0219	0.0231	1.1818

*Fuente: Propia***Dotación en los Nudos y Sistema de Análisis en el WaterCAD:**

a continuación, se procede a ingresará la dotación por caudal unitario para los usos domésticos y estatales en el panel de caudal del software WaterCAD:

Tabla 25*Consumo máximo diario por nodo*

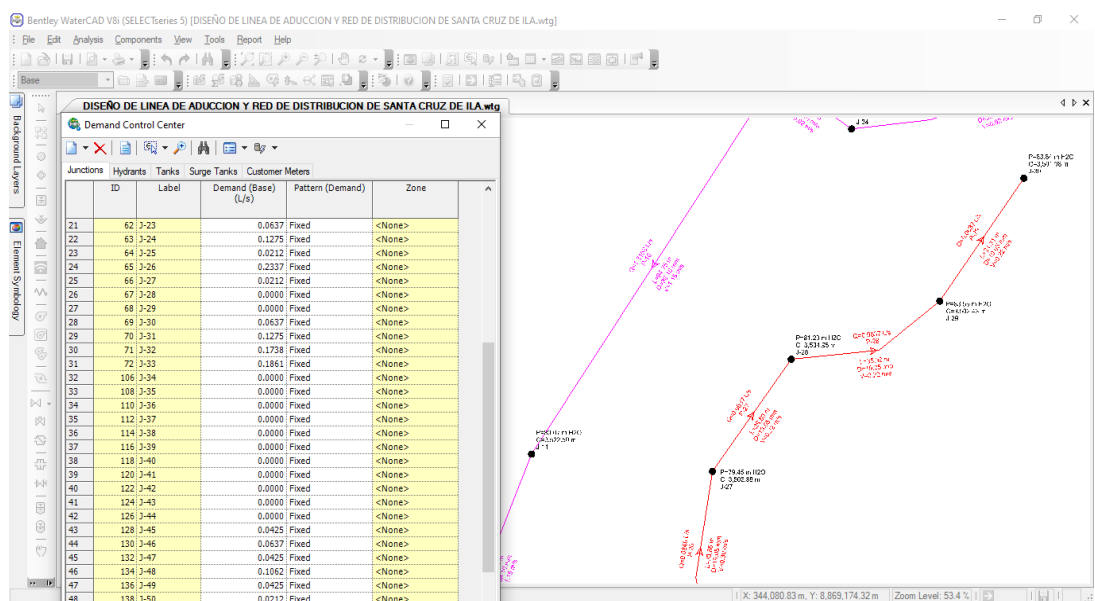
Nodo	Gp (l/s)	Gmh (l/s)	ELEV (m)	SISTEMA
J-2	0.0000	0.0000	3603.74	S1
J-3	0.0000	0.0000	3596.59	S1
J-4	0.0000	0.0000	3591.20	S1
J-5	0.0000	0.0000	3586.12	S1
J-6	0.0000	0.0000	3570.07	S1
J-7	0.0000	0.0000	3564.48	S1
J-8	0.0000	0.0000	3557.00	S1
J-9	0.0000	0.0000	3533.38	S1
J-10	0.0000	0.0000	3524.95	S1
J-11	0.0000	0.0000	3522.50	S1
J-12	0.0000	0.0000	3523.00	S1
J-13	0.0212	0.0425	3522.96	S1
J-14	0.0000	0.0000	3522.91	S1
J-15	0.0212	0.0425	3529.00	S1
J-16	0.0106	0.0212	3523.57	S1
J-17	0.0000	0.0000	3527.15	S1
J-18	0.0000	0.0000	3527.19	S1
J-19	0.0212	0.0425	3531.50	S1
J-21	0.0106	0.0212	3522.00	S1
J-22	0.0637	0.1275	3511.00	S1
J-23	0.0319	0.0637	3514.28	S1
J-24	0.0637	0.1275	3513.95	S1
J-25	0.0106	0.0212	3510.04	S1
J-26	0.1169	0.2337	3507.00	S1
J-27	0.0106	0.0212	3506.88	S1
J-28	0.0000	0.0000	3504.95	S1
J-29	0.0000	0.0000	3502.43	S1
J-30	0.0319	0.0637	3501.98	S1
J-31	0.0637	0.1275	3510.79	S1
J-32	0.0869	0.1738	3510.62	S1

J-33	0.0930	0.1861	3512.00	S1
J-34	0.0000	0.0000	3517.42	S1
J-35	0.0000	0.0000	3504.10	S1
J-36	0.0000	0.0000	3502.00	S1
J-37	0.0000	0.0000	3501.11	S1
J-38	0.0000	0.0000	3502.58	S1
J-39	0.0000	0.0000	3502.06	S1
J-40	0.0000	0.0000	3500.00	S1
J-41	0.0000	0.0000	3501.00	S1
J-42	0.0000	0.0000	3501.99	S1
J-43	0.0000	0.0000	3502.09	S1
J-44	0.0000	0.0000	3501.37	S1
J-45	0.0212	0.0425	3501.38	S1
J-46	0.0319	0.0637	3495.35	S1
J-47	0.0212	0.0425	3501.12	S1
J-48	0.0531	0.1062	3500.75	S1
J-49	0.0212	0.0425	3497.91	S1
J-50	0.0106	0.0212	3500.89	S1
J-51	0.0212	0.0425	3505.00	S1
J-52	0.0000	0.0000	3500.44	S1
J-53	0.0212	0.0425	3506.00	S1
J-54	0.1169	0.2337	3502.17	S1
J-55	0.0637	0.1275	3502.55	S1
J-56	0.0000	0.0000	3505.88	S1
J-57	0.0106	0.0212	3505.07	S1
J-58	0.0319	0.0637	3507.00	S1
J-59	0.0106	0.0212	3506.20	S1
J-60	0.0106	0.0212	3509.37	S1
J-61	0.0212	0.0425	3510.61	S1
J-62	0.0212	0.0425	3514.23	S1
J-63	0.0351	0.0701	3497.00	S1
TOTAL	1.182	2.364	0.000	

Fuente: Propia en el plano del esquema de la red elaborado en gabinete

Figura 26

Dotación en los nudos en el WaterCAD



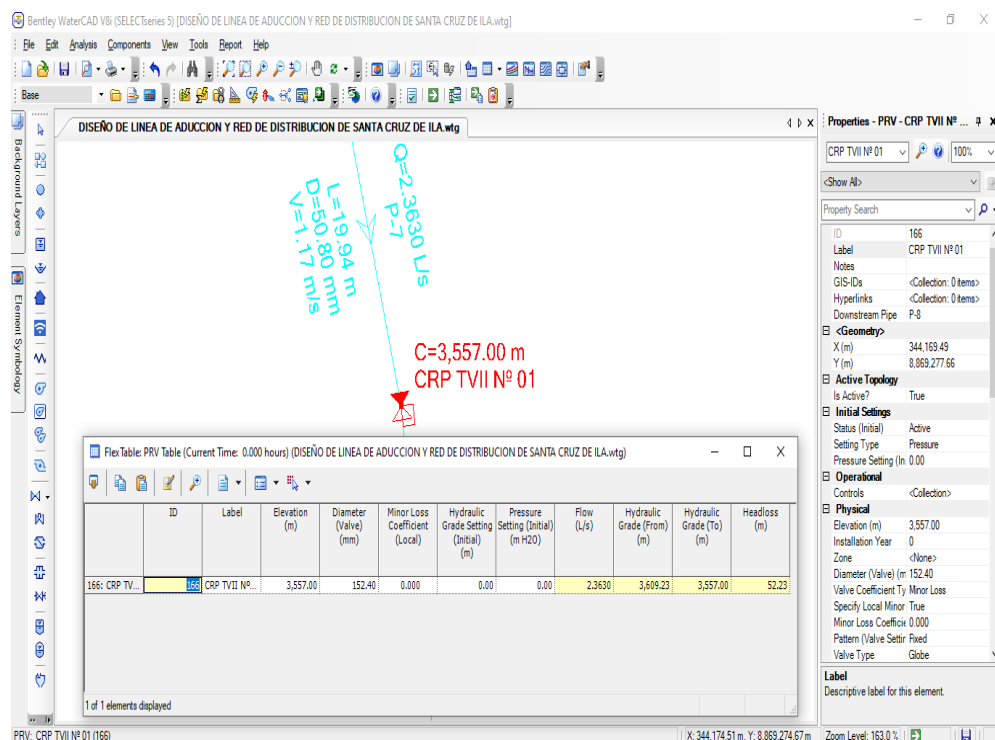
Fuente: Propia en el WaterCAD

4.1.3. CONFIGURACIÓN DE CÁMARAS ROMPE PRESIÓN TIPO VII EN EL WATERCAD

Las estructuras destinadas a la instalación de la **cámara rompen presión Tipo VII** en redes de distribución deberán diseñarse considerando criterios de funcionalidad hidráulica, facilidad constructiva y seguridad operativa. Estas deberán permitir una adecuada disipación de energía, garantizar el control y regulación de presiones en los diferentes tramos del sistema, así como facilitar las labores de operación, inspección y mantenimiento, asegurando la continuidad y eficiencia del servicio.

Figura 27

Ajuste y disposición de la cámara Rompe Presión Tipo VII en el WaterCAD



Fuente: Elaboración propia en el WaterCAD

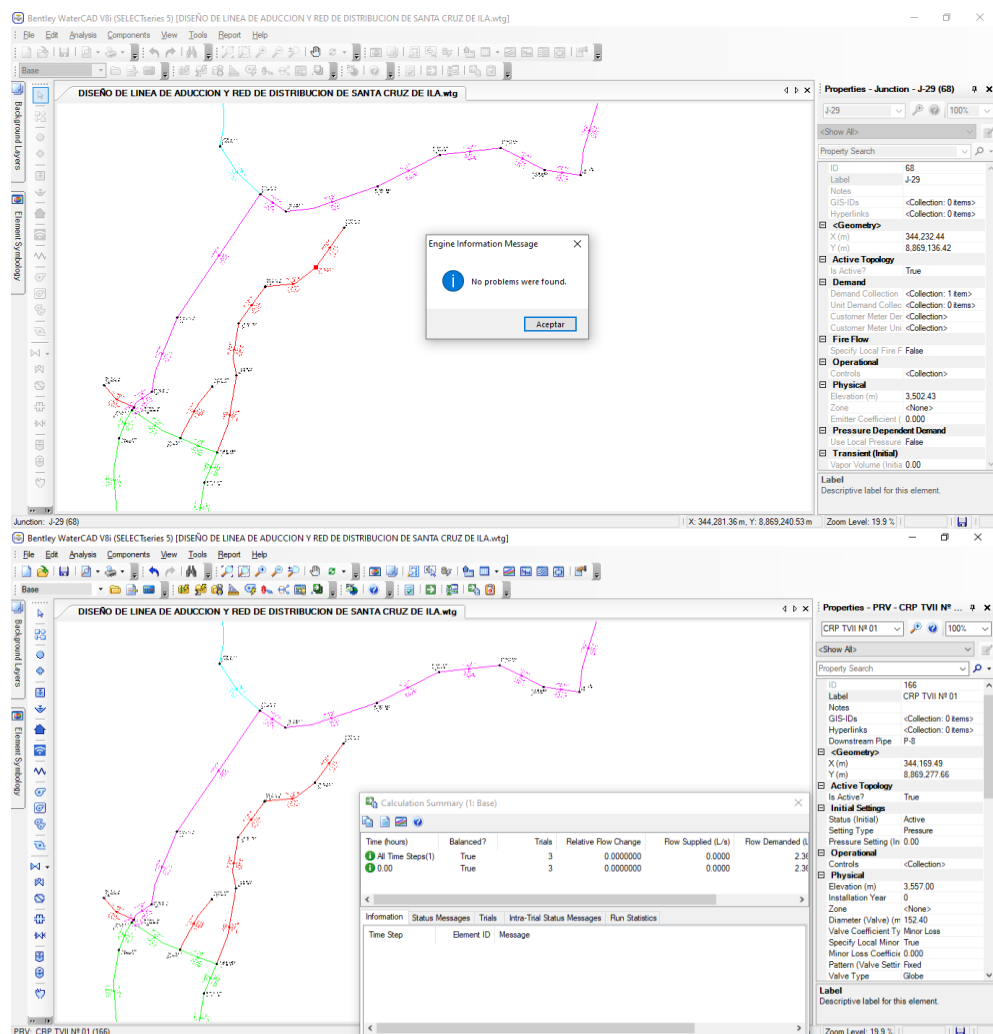
4.1.4. PROCESAMIENTO DE DATOS EN EL WATERCAD

Una vez finalizada la exportación de la topografía al WaterCAD y completadas las etapas de alineamiento correspondiente a la red de distribución, con la asignación de nodos y segmentos de tubería,

configuración de unidades, definición de diámetros de tubería y cotas de nodos, así como la asignación de caudales según el consumo promedio unitario y la instalación de cámaras de rompe presión, se procede al procesamiento del modelo en WaterCAD para identificar posibles inconvenientes en el planteamiento o fallas en el modelamiento hidráulico.

Figura 28

Procesamiento en el WaterCAD



Fuente: Propia en el WaterCAD

Luego de procesar el modelamiento en el WaterCAD, no se encuentra ningún inconveniente por parte del modelamiento, se realiza la inspección de los resultados que se obtienen por parte del software, verificando presiones hidráulicas de los nodos, velocidades, diámetros y caudales de las tuberías, y que puedan cumplir los parámetros

principales, de acuerdo con los alineamientos del Ministerio de Vivienda, Construcción y Servicios de saneamiento, así como así poder obtener resultados positivos y evitar pérdidas económicos en el proceso constructivo de dicho proyecto.

Figura 29

Verificación de los Nodos

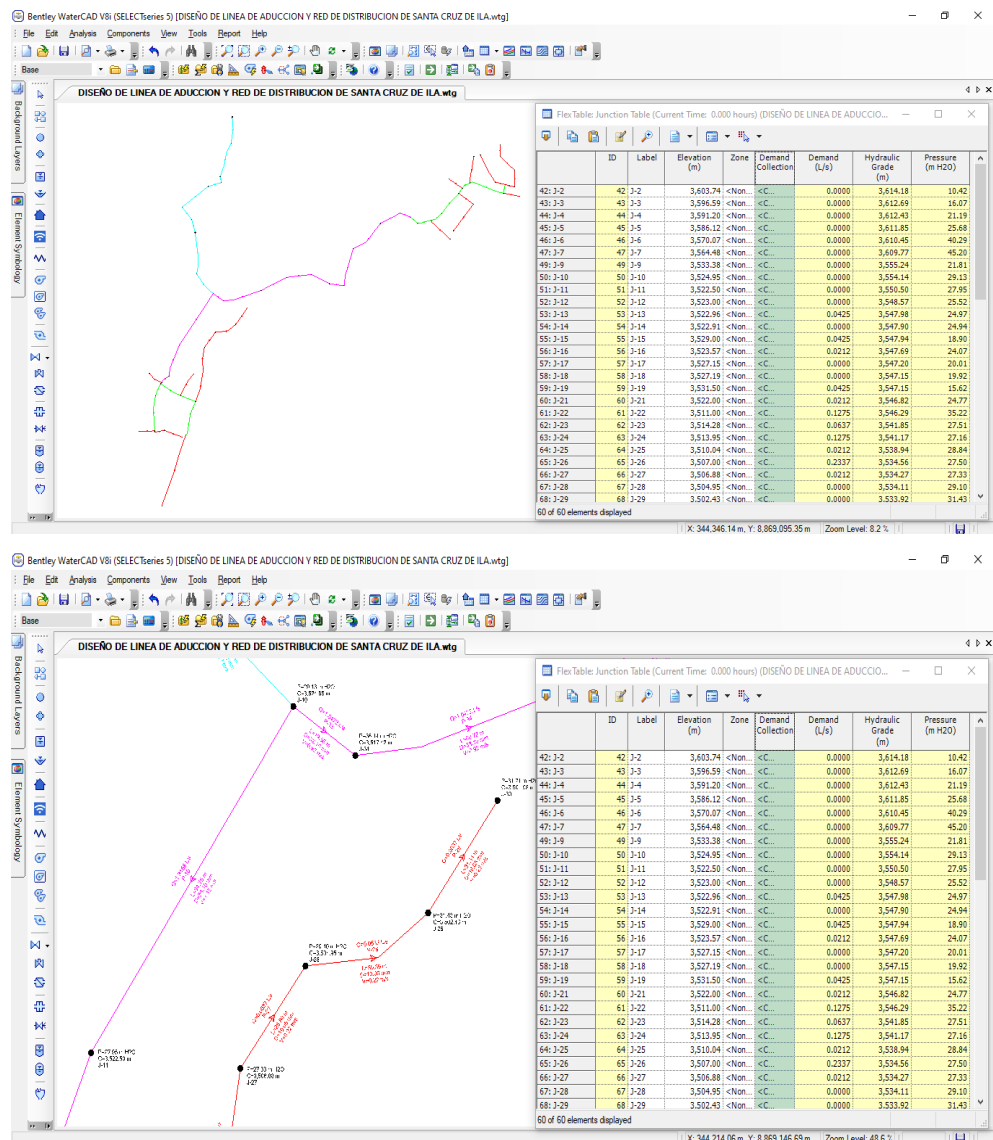


Figura 30

Resultado de los Nodos

FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (DISEÑO DE LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION DE SANTA CRUZ DE ILA.wtg)

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
42: J-2	42	J-2	3,603.74	<Non...	<C...	0.0000	3,614.18	10.42
43: J-3	43	J-3	3,596.59	<Non...	<C...	0.0000	3,612.69	16.07
44: J-4	44	J-4	3,591.20	<Non...	<C...	0.0000	3,612.43	21.19
45: J-5	45	J-5	3,586.12	<Non...	<C...	0.0000	3,611.85	25.68
46: J-6	46	J-6	3,570.07	<Non...	<C...	0.0000	3,610.45	40.29
47: J-7	47	J-7	3,564.48	<Non...	<C...	0.0000	3,609.77	45.20
49: J-9	49	J-9	3,533.38	<Non...	<C...	0.0000	3,555.24	21.81
50: J-10	50	J-10	3,524.95	<Non...	<C...	0.0000	3,554.14	29.13
51: J-11	51	J-11	3,522.50	<Non...	<C...	0.0000	3,550.50	27.95
52: J-12	52	J-12	3,523.00	<Non...	<C...	0.0000	3,548.57	25.52
53: J-13	53	J-13	3,522.96	<Non...	<C...	0.0425	3,547.98	24.97
54: J-14	54	J-14	3,522.91	<Non...	<C...	0.0000	3,547.90	24.94
55: J-15	55	J-15	3,529.00	<Non...	<C...	0.0425	3,547.94	18.90
56: J-16	56	J-16	3,523.57	<Non...	<C...	0.0212	3,547.69	24.07
57: J-17	57	J-17	3,527.15	<Non...	<C...	0.0000	3,547.20	20.01
58: J-18	58	J-18	3,527.19	<Non...	<C...	0.0000	3,547.15	19.92
59: J-19	59	J-19	3,531.50	<Non...	<C...	0.0425	3,547.15	15.62
60: J-21	60	J-21	3,522.00	<Non...	<C...	0.0212	3,546.82	24.77
61: J-22	61	J-22	3,511.00	<Non...	<C...	0.1275	3,546.29	35.22
62: J-23	62	J-23	3,514.28	<Non...	<C...	0.0637	3,541.85	27.51
63: J-24	63	J-24	3,513.95	<Non...	<C...	0.1275	3,541.17	27.16
64: J-25	64	J-25	3,510.04	<Non...	<C...	0.0212	3,538.94	28.84
65: J-26	65	J-26	3,507.00	<Non...	<C...	0.2337	3,534.56	27.50
66: J-27	66	J-27	3,506.88	<Non...	<C...	0.0212	3,534.27	27.33
67: J-28	67	J-28	3,504.95	<Non...	<C...	0.0000	3,534.11	29.10
68: J-29	68	J-29	3,502.43	<Non...	<C...	0.0000	3,533.92	31.43
69: J-30	69	J-30	3,501.98	<Non...	<C...	0.0637	3,533.76	31.71
70: J-31	70	J-31	3,510.79	<Non...	<C...	0.1275	3,537.99	27.14
71: J-32	71	J-32	3,510.62	<Non...	<C...	0.1738	3,537.09	26.41
72: J-33	72	J-33	3,512.00	<Non...	<C...	0.1861	3,533.24	21.20
106: J-34	106	J-34	3,517.42	<Non...	<C...	0.0000	3,553.64	36.14
108: J-35	108	J-35	3,504.10	<Non...	<C...	0.0000	3,552.08	47.89
110: J-36	110	J-36	3,502.00	<Non...	<C...	0.0000	3,550.95	48.85
112: J-37	112	J-37	3,501.11	<Non...	<C...	0.0000	3,549.96	48.76
114: J-38	114	J-38	3,502.58	<Non...	<C...	0.0000	3,549.17	46.49

60 of 60 elements displayed

Fuente: Propia en el WaterCAD

Figura 31

Verificación de los tramos o tuberías

Bentley WaterCAD V8i (SELECTseries 5) (DISEÑO DE LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION DE SANTA CRUZ DE ILA.wtg)

FlexTable Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (DISEÑO DE LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCIO...)

	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
73: P-1	P-1	40.29	RESERVOIRIO	J-2	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
74: P-2	P-2	54.26	J-2	J-3	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
75: P-3	P-3	9.46	J-3	J-4	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
76: P-4	P-4	21.32	J-4	J-5	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
77: P-5	P-5	51.09	J-5	J-6	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
78: P-6	P-6	24.46	J-6	J-7	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
79: P-7	P-7	19.94	J-7	CRP TVII NP 01	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
80: P-8	P-8	64.17	CRP TVII NP 01	J-9	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
81: P-9	P-9	40.08	J-9	J-10	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
82: P-10	P-10	94.75	J-10	J-11	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
83: P-11	P-11	50.51	J-11	J-12	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
84: P-12	P-12	15.34	J-12	J-13	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
85: P-13	P-13	2.57	J-13	J-14	38.10	PVC	150.0	1.2308	1.08	0.034
86: P-14	P-14	24.30	J-13	J-15	19.05	PVC	150.0	0.0425	0.15	0.002
87: P-15	P-15	19.85	J-14	J-16	25.40	PVC	150.0	0.2124	0.42	0.011
88: P-16	P-16	54.58	J-16	J-17	25.40	PVC	150.0	0.1912	0.38	0.009
89: P-17	P-17	2.09	J-17	J-18	19.05	PVC	150.0	0.1487	0.52	0.023
90: P-18	P-18	24.69	J-17	J-19	19.05	PVC	150.0	0.0425	0.15	0.002
91: P-20	P-20	14.59	J-18	J-21	19.05	PVC	150.0	0.1487	0.52	0.023
92: P-21	P-21	30.33	J-21	J-22	19.05	PVC	150.0	0.1275	0.45	0.017
93: P-22	P-22	35.71	J-14	J-23	25.40	PVC	150.0	1.0184	2.01	0.170
94: P-23	P-23	38.89	J-23	J-24	19.05	PVC	150.0	0.1275	0.45	0.017
97: P-24	P-24	24.83	J-23	J-25	25.40	PVC	150.0	0.8272	1.63	0.117
98: P-25	P-25	51.11	J-25	J-26	19.05	PVC	150.0	0.3186	1.12	0.086
99: P-26	P-26	33.86	J-26	J-27	19.05	PVC	150.0	0.0849	0.30	0.009
100: P-27	P-27	28.80	J-27	J-28	19.05	PVC	150.0	0.0637	0.22	0.006

Figura 32

Resultados de los tramos o tuberías

FlexTable: Pipe Table (Current Time: 0.000 hours) (DISEÑO DE LINEA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION DE SANTA CRUZ DE ILA.wtg)

	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
73: P-1	P-1	40.29	RESERVORIO	J-2	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
74: P-2	P-2	54.26	J-2	J-3	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
75: P-3	P-3	9.46	J-3	J-4	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
76: P-4	P-4	21.32	J-4	J-5	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
77: P-5	P-5	51.09	J-5	J-6	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
78: P-6	P-6	24.46	J-6	J-7	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
79: P-7	P-7	19.94	J-7	CRP TVII N° 01	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
80: P-8	P-8	64.17	CRP TVII N° 01	J-9	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
81: P-9	P-9	40.08	J-9	J-10	50.80	PVC	150.0	2.3630	1.17	0.027
82: P-10	P-10	94.75	J-10	J-11	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
83: P-11	P-11	50.31	J-11	J-12	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
84: P-12	P-12	15.34	J-12	J-13	38.10	PVC	150.0	1.3158	1.15	0.038
85: P-13	P-13	2.37	J-13	J-14	38.10	PVC	150.0	1.2308	1.08	0.034
86: P-14	P-14	24.30	J-13	J-15	19.05	PVC	150.0	0.0425	0.15	0.002
87: P-15	P-15	19.85	J-14	J-16	25.40	PVC	150.0	0.2124	0.42	0.011
88: P-16	P-16	54.58	J-16	J-17	25.40	PVC	150.0	0.1912	0.38	0.009
89: P-17	P-17	2.09	J-17	J-18	19.05	PVC	150.0	0.1487	0.52	0.023
90: P-18	P-18	24.69	J-17	J-19	19.05	PVC	150.0	0.0425	0.15	0.002
93: P-20	P-20	14.59	J-18	J-21	19.05	PVC	150.0	0.1487	0.52	0.023
94: P-21	P-21	30.33	J-21	J-22	19.05	PVC	150.0	0.1275	0.45	0.017
95: P-22	P-22	35.71	J-14	J-23	25.40	PVC	150.0	1.0184	2.01	0.170
96: P-23	P-23	38.89	J-23	J-24	19.05	PVC	150.0	0.1275	0.45	0.017
97: P-24	P-24	24.83	J-23	J-25	25.40	PVC	150.0	0.8272	1.63	0.117
98: P-25	P-25	51.11	J-25	J-26	19.05	PVC	150.0	0.3186	1.12	0.086
99: P-26	P-26	33.86	J-26	J-27	19.05	PVC	150.0	0.0849	0.30	0.009
100: P-27	P-27	28.80	J-27	J-28	19.05	PVC	150.0	0.0637	0.22	0.005
101: P-28	P-28	35.39	J-28	J-29	19.05	PVC	150.0	0.0637	0.22	0.005
102: P-29	P-29	31.31	J-29	J-30	19.05	PVC	150.0	0.0637	0.22	0.005
103: P-30	P-30	20.76	J-25	J-31	25.40	PVC	150.0	0.4874	0.96	0.046
104: P-31	P-31	33.31	J-31	J-32	25.40	PVC	150.0	0.3599	0.71	0.027
105: P-32	P-32	114.91	J-32	J-33	19.05	PVC	150.0	0.1861	0.65	0.033
107: P-33	P-33	19.56	J-10	J-34	38.10	PVC	150.0	1.0472	0.92	0.026
109: P-34	P-34	60.72	J-34	J-35	38.10	PVC	150.0	1.0472	0.92	0.026
111: P-35	P-35	44.12	J-35	J-36	38.10	PVC	150.0	1.0472	0.92	0.026
112: P-36	P-36	28.61	J-36	J-37	38.10	PVC	150.0	1.0472	0.92	0.026

61 of 61 elements displayed

Fuente: Propia en el WaterCAD

Figura 33

Verificación de la Cámara Rompe Presión

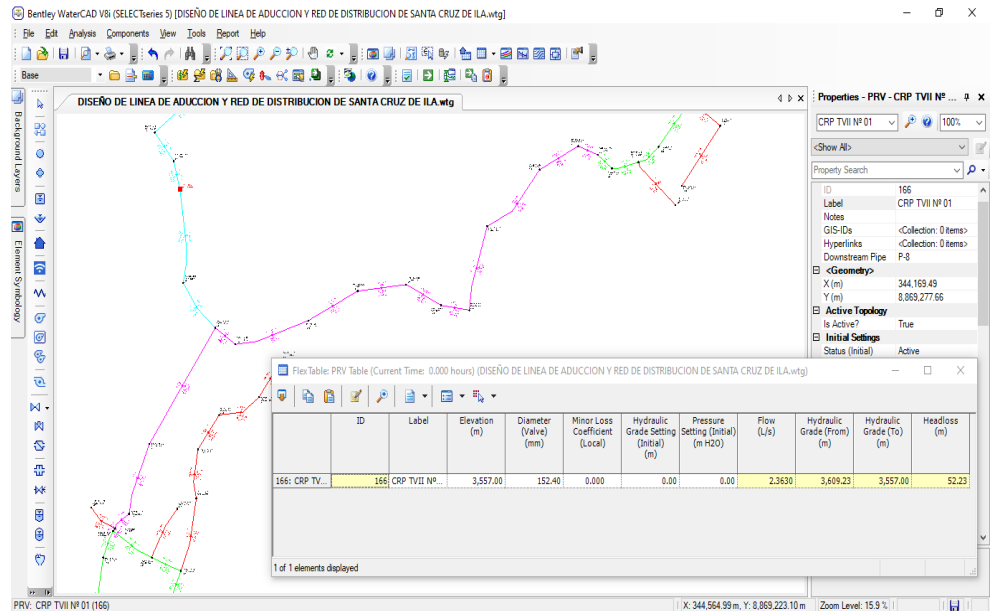


Figura 34

Resultado de Cámara Rompe Presión

ID	Label	Elevation (m)	Diameter (Valve) (mm)	Minor Loss Coefficient (Local)	Hydraulic Grade Setting (Initial) (m)	Pressure Setting (Initial) (m H2O)	Flow (L/s)	Hydraulic Grade (From) (m)	Hydraulic Grade (To) (m)	Headloss (m)
166: CRP TV...	166 CRP TVII Nº...	3,557.00	152.40	0.000	0.00	0.00	2.3630	3,609.23	3,557.00	52.23

4.2. RESULTADOS DEL MODELAMIENTO HIDRÁULICO

En la presente investigación, el modelamiento hidráulico constituye una herramienta fundamental para la validación del diseño del sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado. Este proceso permite simular el comportamiento del flujo bajo condiciones controladas, evaluando parámetros hidráulicos clave como caudal, velocidad, pérdidas de energía y estabilidad del sistema.

El análisis fue realizado mediante el software WaterCAD, el cual permite representar de manera precisa el funcionamiento del sistema propuesto, asegurando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

4.2.1. RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 1:

El primer objetivo específico estuvo orientado a determinar el caudal necesario para satisfacer la demanda de agua potable de la población beneficiaria. A partir de los datos poblacionales y la dotación establecida, se obtuvo un:

Tabla 26

Resultado de Caudal de Línea de Conducción

TRAMO		Caudal Neto (Lt/seg)	Long. (m)
INICIO	FIN		
CAP1, PASE 01	J-A	1.536	57.56
J-A	J-B	1.536	54.12
J-B	J-C	1.536	92.95
J-C	PASE 02 INICIO	1.536	45.82
PASE 02 INICIO	PASE 02 FIN	1.536	10.00
PASE 02 FIN	J-D	1.536	18.72

J-D	PASE 03 INICIO	1.536	38.10
PASE 03 INICIO	PASE 03 FIN	1.536	60.93
PASE 03 FIN	J-E	1.536	37.07
J-E	J-F	1.536	49.96
J-F	J-G	1.536	27.67
J-G	CRP TVI-01	1.536	64.76
CRP TVI-01	J-H	1.536	156.46
J-H	PASE 04 INICIO	1.536	34.02
PASE 04 INICIO	PASE 04 FIN	1.536	16.13
PASE 04 FIN	J-I	1.536	42.98
J-I	J-J	1.536	77.15
J-J	CRP TVI-02	1.536	35.54
CRP TVI-02	J-K	1.536	81.38
J-K	J-L	1.536	61.89
J-L	R-01	1.536	73.48

Fuente: Propia ver plano de esquema de Conducción

Tabla 27

Resultado de Caudal de Red de Distribución

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen- Williams C	Caudal (L/s)
P-1	40.29	2	150	2.3630
P-2	54.26	2	150	2.3630
P-3	9.46	2	150	2.3630
P-4	21.32	2	150	2.3630
P-5	51.09	2	150	2.3630
P-6	24.46	2	150	2.3630
P-7	19.94	2	150	2.3630
P-8	64.17	2	150	2.3630
P-9	40.08	2	150	2.3630
P-10	94.75	1 1/2	150	1.3158
P-11	50.31	1 1/2	150	1.3158
P-12	15.34	1 1/2	150	1.3158
P-13	2.37	1 1/2	150	1.2308
P-14	24.30	3/4	150	0.0425
P-15	19.85	1	150	0.2124
P-16	54.58	1	150	0.1912
P-17	2.09	3/4	150	0.1487
P-18	24.69	3/4	150	0.0425
P-20	14.59	3/4	150	0.1487
P-21	30.33	3/4	150	0.1275
P-22	35.71	1	150	1.0184
P-23	38.89	3/4	150	0.1275
P-24	24.83	1	150	0.8272
P-25	51.11	3/4	150	0.3186
P-26	33.86	3/4	150	0.0849
P-27	28.80	3/4	150	0.0637
P-28	35.39	3/4	150	0.0637
P-29	31.31	3/4	150	0.0637
P-30	20.76	1	150	0.4874
P-31	33.31	1	150	0.3599

P-32	114.91	3/4	150	0.1861
P-33	19.56	1 1/2	150	1.0472
P-34	60.72	1 1/2	150	1.0472
P-35	44.12	1 1/2	150	1.0472
P-36	38.61	1 1/2	150	1.0472
P-37	31.16	1 1/2	150	1.0472
P-38	22.78	1 1/2	150	1.0472
P-39	58.93	1 1/2	150	1.0472
P-40	58.14	1 1/2	150	1.0472
P-41	34.51	1 1/2	150	1.0472
P-42	16.79	1 1/2	150	1.0472
P-43	14.44	1	150	1.0472
P-44	21.54	1	150	1.0472
P-45	41.69	3/4	150	0.0637
P-46	19.66	1	150	0.9410
P-47	40.56	1	150	0.8985
P-48	27.93	3/4	150	0.1126
P-49	9.57	1	150	0.6797
P-50	24.64	3/4	150	0.0425
P-51	15.28	1	150	0.6160
P-52	41.65	3/4	150	0.0425
P-53	54.69	1	150	0.5735
P-54	25.63	3/4	150	0.1275
P-55	13.45	1	150	0.2123
P-56	15.95	1	150	0.0849
P-57	47.46	3/4	150	0.0637
P-58	14.52	1	150	0.1274
P-59	25.48	3/4	150	0.1062
P-60	31.11	3/4	150	0.0850
P-61	18.16	3/4	150	0.0425
P-62	51.08	3/4	150	0.0701

Fuente: Propia ver plano de esquema de la Distribución

Estos valores obtenidos fueron incorporados como parámetro de entrada en el modelo hidráulico, permitiendo evaluar la capacidad del sistema para transportar dicho caudal sin restricciones.

4.2.2. RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2:

El segundo objetivo consistió en el diseño hidráulico del canal cerrado, definiendo sus características geométricas y parámetros de funcionamiento. Tras el modelamiento hidráulico de la red de distribución y la aplicación de los lineamientos del MVCS, se verifica el cumplimiento de acuerdo con los parámetros definidos en la normativa vigente para obras de saneamiento, las características que se tendrá que analizar serán los siguientes:

- La presión hidráulica, de los nodos y obras de arte.

- La velocidad correspondiente a la conducción.
- Dimensión nominal del diámetro de la tubería.
- El caudal de la tubería.
- El tipo de Material a utilizar.
- La pendiente de la tubería.
- La longitud de Nodo a Nodo.

Los resultados generados a partir de la simulación hidráulica de la línea de conducción, aducción y red de distribución, serán exportados y colocadas en hojas de Excel, para su verificación al alineamiento de la normativa del MVCS:

Tabla 28

Resultado de diámetros, longitudes, material, presiones y pendientes de la Línea de Conducción

TRAMO	Qdiseño (l/s)	Cota sup (m)	Cota Inf (m)	Longitud (m)	Diam (mm)	Diam (in)	C	ΔH (m)	A (m2)	α	V (m/s)	Re	Re>23,000	hf (m)	Pp (m H2O)	Verific
CAP1, PASE 01 -J-A	1.536	3752.89	3745.12	57.56	50.80	2	150	7.7731	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.80	6.97	oks
J-A -J-B	1.536	3745.12	3742.53	54.12	50.80	2	150	2.5878	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.75	8.81	oks
J-B -J-C	1.536	3742.53	3741.53	92.95	50.80	2	150	1.0061	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.29	8.53	oks
J-C -PASE 02 INICIO	1.536	3741.53	3740.64	45.82	50.80	2	150	0.89	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.64	8.78	oks
PASE 02 INICIO - PASE 02 FIN	1.536	3740.64	3739.97	10.00	50.80	2	150	0.666	0.002	0.008	0.76	38608	OK	0.17	9.28	oks
PASE 02 FIN -J-D	1.536	3739.97	3739.27	18.72	50.80	2	150	0.7042	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.26	9.72	oks
J-D -PASE 03 INICIO	1.536	3739.27	3736.40	38.10	50.80	2	150	2.8708	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.53	12.06	oks
PASE 03 INICIO - PASE 03 FIN	1.536	3736.40	3724.30	60.93	50.80	2	150	12.1	0.002	0.008	0.76	38608	OK	1.04	23.12	oks
PASE 03 FIN -J-E	1.536	3724.30	3720.86	37.07	50.80	2	150	3.4394	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.51	26.04	oks
J-E -J-F	1.536	3720.86	3714.93	49.96	50.80	2	150	5.9229	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.69	31.27	oks
J-F -J-G	1.536	3714.93	3707.16	27.67	50.80	2	150	7.7742	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.38	38.66	oks
J-G -CRP TVI-01	1.536	3707.16	3705.00	64.76	50.80	2	150	2.1585	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.90	39.92	oks
CRP TVI-01 -J-H	1.536	3705.00	3691.88	156.46	50.80	2	150	13.124	0.002	0.006	0.76	38608	OK	2.17	10.95	oks
J-H -PASE 04 INICIO	1.536	3691.88	3690.13	34.02	50.80	2	150	1.7451	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.47	12.23	oks
PASE 04 INICIO - PASE 04 FIN	1.536	3690.13	3689.07	16.13	50.80	2	150	1.06	0.002	0.008	0.76	38608	OK	0.28	13.01	oks
PASE 04 FIN -J-I	1.536	3689.07	3678.56	42.98	50.80	2	150	10.51	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.60	22.92	oks
J-I -J-J	1.536	3678.56	3668.89	77.15	50.80	2	150	9.6724	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.07	31.52	oks
J-J -CRP TVI-02	1.536	3668.89	3655.00	35.54	50.80	2	150	13.889	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.49	44.92	oks
CRP TVI-02 -J-K	1.536	3655.00	3630.76	81.38	50.80	2	150	24.239	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.13	23.11	oks
J-K -J-L	1.536	3630.76	3626.00	61.89	50.80	2	150	4.7608	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.86	27.01	oks
J-L -R-01	1.536	3626.00	3613.79	73.48	50.80	2	150	12.208	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.02	38.20	oks

Fuente: Propia ver plano de esquema de la Línea de conducción

Tabla 29

Resultado de diámetros, longitudes, material y pendientes de la Línea de Aducción y Red de Distribución

Tubería	Longitud	Nudo Inicio	Nudo Final	Diámetro (in)	Material	Hazen-Williams	Pendiente
P-1	40.29	RESERVORIO	J-2	2	PVC	150	2.70%
P-2	54.26	J-2	J-3	2	PVC	150	2.70%
P-3	9.46	J-3	J-4	2	PVC	150	2.70%
P-4	21.32	J-4	J-5	2	PVC	150	2.70%
P-5	51.09	J-5	J-6	2	PVC	150	2.70%
P-6	24.46	J-6	J-7	2	PVC	150	2.70%
CRP							
P-7	19.94	J-7	TVII N° 01	2	PVC	150	2.70%
P-8	64.17	CRP TVII N° 01	J-9	2	PVC	150	2.70%
P-9	40.08	J-9	J-10	2	PVC	150	2.70%
P-10	94.75	J-10	J-11	1 1/2	PVC	150	3.80%
P-11	50.31	J-11	J-12	1 1/2	PVC	150	3.80%
P-12	15.34	J-12	J-13	1 1/2	PVC	150	3.80%
P-13	2.37	J-13	J-14	1 1/2	PVC	150	3.40%
P-14	24.30	J-13	J-15	3/4	PVC	150	0.20%
P-15	19.85	J-14	J-16	1	PVC	150	1.10%
P-16	54.58	J-16	J-17	1	PVC	150	0.90%
P-17	2.09	J-17	J-18	3/4	PVC	150	2.30%
P-18	24.69	J-17	J-19	3/4	PVC	150	0.20%
P-20	14.59	J-18	J-21	3/4	PVC	150	2.30%
P-21	30.33	J-21	J-22	3/4	PVC	150	1.70%
P-22	35.71	J-14	J-23	1	PVC	150	17.00%
P-23	38.89	J-23	J-24	3/4	PVC	150	1.70%
P-24	24.83	J-23	J-25	1	PVC	150	11.70%
P-25	51.11	J-25	J-26	3/4	PVC	150	8.60%
P-26	33.86	J-26	J-27	3/4	PVC	150	0.90%
P-27	28.80	J-27	J-28	3/4	PVC	150	0.50%
P-28	35.39	J-28	J-29	3/4	PVC	150	0.50%
P-29	31.31	J-29	J-30	3/4	PVC	150	0.50%
P-30	20.76	J-25	J-31	1	PVC	150	4.60%
P-31	33.31	J-31	J-32	1	PVC	150	2.70%
P-32	114.91	J-32	J-33	3/4	PVC	150	3.30%
P-33	19.56	J-10	J-34	1 1/2	PVC	150	2.60%

P-34	60.72	J-34	J-35	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-35	44.12	J-35	J-36	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-36	38.61	J-36	J-37	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-37	31.16	J-37	J-38	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-38	22.78	J-38	J-39	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-39	58.93	J-39	J-40	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-40	58.14	J-40	J-41	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-41	34.51	J-41	J-42	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-42	16.79	J-42	J-43	1 1/2	PVC	150	2.60%
P-43	14.44	J-43	J-44	1	PVC	150	17.80%
P-44	21.54	J-44	J-45	1	PVC	150	17.80%
P-45	41.69	J-45	J-46	3/4	PVC	150	0.50%
P-46	19.66	J-45	J-47	1	PVC	150	14.70%
P-47	40.56	J-47	J-48	1	PVC	150	13.60%
P-48	27.93	J-48	J-49	3/4	PVC	150	1.40%
P-49	9.57	J-48	J-50	1	PVC	150	8.30%
P-50	24.64	J-50	J-51	3/4	PVC	150	0.20%
P-51	15.28	J-50	J-52	1	PVC	150	6.90%
P-52	41.65	J-52	J-53	3/4	PVC	150	0.20%
P-53	54.69	J-52	J-54	1	PVC	150	6.10%
P-54	25.63	J-54	J-55	3/4	PVC	150	1.70%
P-55	13.45	J-54	J-56	1	PVC	150	1.10%
P-56	15.95	J-56	J-57	3/4	PVC	150	0.90%
P-57	47.46	J-57	J-58	3/4	PVC	150	0.50%
P-58	14.52	J-56	J-59	3/4	PVC	150	1.70%
P-59	25.48	J-59	J-60	3/4	PVC	150	1.30%
P-60	31.11	J-60	J-61	3/4	PVC	150	0.90%
P-61	18.16	J-61	J-62	3/4	PVC	150	0.20%
P-62	51.08	J-49	J-63	3/4	PVC	150	0.60%

Fuente: Propia ver plano de esquema de la Distribución

Tabla 30*Resultado de Presiones en la Línea de Aducción y Red de Distribución*

NUDO	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Energía (m)	Presión (m H2O)	Observación
J-2	3,603.74	0.0000	3,614.18	10.42	ok!!!
J-3	3,596.59	0.0000	3,612.69	16.07	ok!!!
J-4	3,591.20	0.0000	3,612.43	21.19	ok!!!
J-5	3,586.12	0.0000	3,611.85	25.68	ok!!!
J-6	3,570.07	0.0000	3,610.45	40.29	ok!!!
J-7	3,564.48	0.0000	3,609.77	45.20	ok!!!
J-9	3,533.38	0.0000	3,555.24	21.81	ok!!!
J-10	3,524.95	0.0000	3,554.14	29.13	ok!!!
J-11	3,522.50	0.0000	3,550.50	27.95	ok!!!
J-12	3,523.00	0.0000	3,548.57	25.52	ok!!!
J-13	3,522.96	0.0425	3,547.98	24.97	ok!!!
J-14	3,522.91	0.0000	3,547.90	24.94	ok!!!
J-15	3,529.00	0.0425	3,547.94	18.90	ok!!!
J-16	3,523.57	0.0212	3,547.69	24.07	ok!!!
J-17	3,527.15	0.0000	3,547.20	20.01	ok!!!
J-18	3,527.19	0.0000	3,547.15	19.92	ok!!!
J-19	3,531.50	0.0425	3,547.15	15.62	ok!!!
J-21	3,522.00	0.0212	3,546.82	24.77	ok!!!
J-22	3,511.00	0.1275	3,546.29	35.22	ok!!!
J-23	3,514.28	0.0637	3,541.85	27.51	ok!!!
J-24	3,513.95	0.1275	3,541.17	27.16	ok!!!
J-25	3,510.04	0.0212	3,538.94	28.84	ok!!!
J-26	3,507.00	0.2337	3,534.56	27.50	ok!!!
J-27	3,506.88	0.0212	3,534.27	27.33	ok!!!
J-28	3,504.95	0.0000	3,534.11	29.10	ok!!!
J-29	3,502.43	0.0000	3,533.92	31.43	ok!!!
J-30	3,501.98	0.0637	3,533.76	31.71	ok!!!
J-31	3,510.79	0.1275	3,537.99	27.14	ok!!!
J-32	3,510.62	0.1738	3,537.09	26.41	ok!!!
J-33	3,512.00	0.1861	3,533.24	21.20	ok!!!
J-34	3,517.42	0.0000	3,553.64	36.14	ok!!!
J-35	3,504.10	0.0000	3,552.08	47.89	ok!!!
J-36	3,502.00	0.0000	3,550.95	48.85	ok!!!
J-37	3,501.11	0.0000	3,549.96	48.76	ok!!!
J-38	3,502.58	0.0000	3,549.17	46.49	ok!!!

J-39	3,502.06	0.0000	3,548.58	46.43	ok!!!
J-40	3,500.00	0.0000	3,547.08	46.98	ok!!!
J-41	3,501.00	0.0000	3,545.59	44.50	ok!!!
J-42	3,501.99	0.0000	3,544.70	42.63	ok!!!
J-43	3,502.09	0.0000	3,544.27	42.10	ok!!!
J-44	3,501.37	0.0000	3,541.70	40.25	ok!!!
J-45	3,501.38	0.0425	3,537.86	36.41	ok!!!
J-46	3,495.35	0.0637	3,537.64	42.21	ok!!!
J-47	3,501.12	0.0425	3,534.97	33.78	ok!!!
J-48	3,500.75	0.1062	3,529.47	28.66	ok!!!
J-49	3,497.91	0.0425	3,529.07	31.10	ok!!!
J-50	3,500.89	0.0212	3,528.68	27.73	ok!!!
J-51	3,505.00	0.0425	3,528.63	23.58	ok!!!
J-52	3,500.44	0.0000	3,527.61	27.12	ok!!!
J-53	3,506.00	0.0425	3,527.54	21.49	ok!!!
J-54	3,502.17	0.2337	3,524.27	22.05	ok!!!
J-55	3,502.55	0.1275	3,523.82	21.23	ok!!!
J-56	3,505.88	0.0000	3,524.12	18.21	ok!!!
J-57	3,505.07	0.0212	3,523.98	18.88	ok!!!
J-58	3,507.00	0.0637	3,523.73	16.70	ok!!!
J-59	3,506.20	0.0212	3,523.87	17.63	ok!!!
J-60	3,509.37	0.0212	3,523.55	14.15	ok!!!
J-61	3,510.61	0.0425	3,523.28	12.64	ok!!!
J-62	3,514.23	0.0425	3,523.24	8.99	ok!!!
J-63	3,497.00	0.0701	3,528.75	31.69	ok!!!

Fuente: Propia ver plano de esquema de la Distribución

Tabla 31*Resultado de Velocidades en la Línea de Aducción y Red de Distribución*

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen- Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-1	40.29	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-2	54.26	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-3	9.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-4	21.32	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-5	51.09	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-6	24.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-7	19.94	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-8	64.17	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-9	40.08	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-10	94.75	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!
P-11	50.31	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!
P-12	15.34	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!
P-13	2.37	1 1/2	150	1.2308	1.0800	ok!!!
P-14	24.30	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-15	19.85	1	150	0.2124	0.4200	ok!!!
P-16	54.58	1	150	0.1912	0.3800	ok!!!
P-17	2.09	3/4	150	0.1487	0.5200	ok!!!
P-18	24.69	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-20	14.59	3/4	150	0.1487	0.5200	ok!!!
P-21	30.33	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!
P-22	35.71	1	150	1.0184	2.0100	ok!!!
P-23	38.89	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!
P-24	24.83	1	150	0.8272	1.6300	ok!!!
P-25	51.11	3/4	150	0.3186	1.1200	ok!!!
P-26	33.86	3/4	150	0.0849	0.3000	ok!!!
P-27	28.80	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
P-28	35.39	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
P-29	31.31	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
P-30	20.76	1	150	0.4874	0.9600	ok!!!
P-31	33.31	1	150	0.3599	0.7100	ok!!!
P-32	114.91	3/4	150	0.1861	0.6500	ok!!!
P-33	19.56	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-34	60.72	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-35	44.12	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-36	38.61	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!

P-37	31.16	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-38	22.78	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-39	58.93	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-40	58.14	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-41	34.51	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-42	16.79	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-43	14.44	1	150	1.0472	2.0700	ok!!!
P-44	21.54	1	150	1.0472	2.0700	ok!!!
P-45	41.69	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
P-46	19.66	1	150	0.9410	1.8600	ok!!!
P-47	40.56	1	150	0.8985	1.7700	ok!!!
P-48	27.93	3/4	150	0.1126	0.4000	ok!!!
P-49	9.57	1	150	0.6797	1.3400	ok!!!
P-50	24.64	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-51	15.28	1	150	0.6160	1.2200	ok!!!
P-52	41.65	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-53	54.69	1	150	0.5735	1.1300	ok!!!
P-54	25.63	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!
P-55	13.45	1	150	0.2123	0.4200	ok!!!
P-56	15.95	1	150	0.0849	0.3000	ok!!!
P-57	47.46	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
P-58	14.52	1	150	0.1274	0.4500	ok!!!
P-59	25.48	3/4	150	0.1062	0.3700	ok!!!
P-60	31.11	3/4	150	0.0850	0.3000	ok!!!
P-61	18.16	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-62	51.08	3/4	150	0.0701	0.2500	ok!!!

Fuente: Propia ver plano de esquema de la Distribución

Estos valores fueron utilizados como base para el modelamiento, representando las condiciones reales del sistema propuesto.

4.2.3. RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO 3:

El tercer objetivo específico estuvo orientado a evaluar el comportamiento del flujo en el canal diseñado, mediante simulación hidráulica.

Tabla 32*Resultado Obtenidos del Modelamiento*

Parámetro	Resultado	Evaluación
Caudal transportado	Variable (L/s)	Cumple
Velocidad del flujo	Menor de 3 m/s	Adecuada
Régimen de flujo	Uniforme	Estable
Pérdidas	Mínimas	Aceptable

*Fuente: Propia***Interpretación técnica**

- ✓ La velocidad obtenida se encuentra dentro del rango permisible (0.6 – 3.0 m/s), evitando sedimentación o erosión.
- ✓ El flujo uniforme indica estabilidad hidráulica en todo el tramo.
- ✓ Las pérdidas mínimas evidencian alta eficiencia del sistema.

Otro del tercer objetivo estuvo orientado a analizar la eficiencia del sistema propuesto en comparación con el sistema actual.

Tabla 33*Comparación de resultados*

Parámetro	Sistema actual	Sistema propuesto
Pérdidas de agua	Elevadas	Reducidas
Contaminación	Alta	Baja
Velocidad	Variable	Controlada
Eficiencia	Baja	Alta

*Fuente: Propia***Análisis**

El sistema de canal cerrado presenta una mejora significativa en la eficiencia hidráulica, debido a:

- ✓ Eliminación de infiltración
- ✓ Reducción de evaporación
- ✓ Protección contra contaminantes

4.2.4. VALIDACIÓN INTEGRAL DEL DISEÑO

En función de los resultados obtenidos, se verifica que:

- ✓ El sistema transporta el caudal requerido
- ✓ Las condiciones hidráulicas son estables
- ✓ Se cumplen criterios normativos
- ✓ El diseño es técnicamente viable

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En la presente investigación, la contrastación de resultados se desarrolla en función de los objetivos específicos, considerando que el estudio es de tipo aplicada y de nivel descriptivo–propositivo. En ese sentido, la validación se realiza mediante la comparación con antecedentes de investigación, fundamentos hidráulicos y criterios normativos, sin recurrir a pruebas de hipótesis.

Los resultados de esta investigación demuestran que el uso del modelamiento hidráulico con el software WaterCAD, aplicado a redes rurales por gravedad, es una herramienta válida y eficaz para verificar los parámetros técnicos de diseño y ubicar estratégicamente las válvulas de paso, conforme a la normativa del MVCS (R.M. N.º 192-2018-VIVIENDA). Estas conclusiones pueden ser contrastadas con diversos estudios internacionales, nacionales y regionales que abordan temáticas similares.

Respecto al objetivo específico 1: Determinar el caudal de diseño

El caudal de diseño obtenido garantiza el abastecimiento de la población bajo condiciones adecuadas de servicio, constituyendo un parámetro base para el dimensionamiento del sistema.

Este resultado guarda relación con lo planteado por estudios nacionales en sistemas de agua potable rural, donde se establece que la correcta estimación del caudal en función de la población proyectada y la dotación permite evitar fallas en el suministro. De manera similar, investigaciones internacionales sobre diseño de sistemas de conducción han demostrado que una adecuada determinación del caudal optimiza el comportamiento hidráulico y reduce la probabilidad de subdimensionamiento.

En este contexto, el valor adoptado en la presente investigación resulta consistente con dichos antecedentes, al garantizar la cobertura de la demanda sin generar sobredimensionamientos innecesarios.

Respecto al objetivo específico 2: Diseñar el canal cerrado

El diseño del canal cerrado con tubería PVC, de diferentes diámetros que se requiere permitió establecer condiciones geométricas adecuadas para el transporte eficiente del agua potable.

Este resultado se corresponde con lo planteado en investigaciones nacionales sobre conducción de agua en zonas rurales, donde se concluye que los sistemas cerrados reducen significativamente las pérdidas por infiltración y evaporación en comparación con canales abiertos. Asimismo, estudios internacionales han demostrado que el uso de estructuras cerradas mejora la eficiencia hidráulica al mantener condiciones controladas de flujo y minimizar la interacción con el entorno.

De manera equivalente, en el presente estudio se logró definir una sección hidráulica que optimiza el transporte del agua, reduciendo pérdidas y garantizando estabilidad del flujo, lo cual coincide con los resultados reportados en los antecedentes revisados.

Respecto al objetivo específico 3: Evaluar el comportamiento hidráulico y la eficiencia del sistema.

El modelamiento hidráulico realizado mediante el software WaterCAD permitió determinar una velocidad de flujo menor de 3.00 m/s, dentro del rango permisible establecido por la normativa.

Este hallazgo se corresponde con lo planteado por investigaciones que emplearon herramientas de modelamiento hidráulico para evaluar sistemas de conducción, donde se demuestra que velocidades dentro del rango de 0.6 a 3.0 m/s permiten evitar fenómenos de sedimentación y erosión. De manera similar, estudios como los desarrollados con software de simulación hidráulica han evidenciado que el modelamiento permite validar el comportamiento del flujo antes de la implementación física del sistema.

En el presente estudio, el flujo uniforme y estable obtenido en la simulación confirma estos hallazgos, evidenciando que el diseño propuesto cumple con condiciones hidráulicas óptimas, en concordancia con los antecedentes analizados.

El análisis comparativo evidenció que el sistema propuesto mediante canal cerrado presenta una mejora significativa en la **eficiencia hidráulica** respecto al sistema actual.

Este resultado se corresponde con lo señalado en estudios locales y nacionales, donde se concluye que la implementación de sistemas cerrados permite reducir pérdidas de agua y mejorar la calidad del recurso hídrico. Asimismo, investigaciones internacionales han demostrado que los sistemas de conducción cerrados son más eficientes en términos de control hidráulico y protección sanitaria.

De manera equivalente, en la presente investigación se logró reducir pérdidas por infiltración y minimizar el riesgo de contaminación, lo cual valida los beneficios del sistema propuesto y coincide con los resultados reportados en los antecedentes revisados.

Contrastación con fundamentos teóricos y normativa

Los resultados obtenidos son coherentes con los principios de la hidráulica de canales, particularmente con la aplicación de la ecuación de Manning para el cálculo de la velocidad del flujo. Asimismo, cumplen con los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE – OS.030), en lo referente a velocidades permisibles y condiciones de diseño.

Estos resultados coinciden con lo señalado en la literatura especializada, donde se establece que el cumplimiento de parámetros hidráulicos garantiza la estabilidad del flujo y la eficiencia del sistema.

Síntesis de la discusión

De manera integral, los resultados obtenidos:

- ✓ Se corresponden con antecedentes internacionales, nacionales y locales.

- ✓ Validan el uso de modelamiento hidráulico como herramienta de diseño.
- ✓ Cumplen con criterios normativos y teóricos.
- ✓ Demuestran la eficiencia del sistema propuesto

En consecuencia, el diseño del canal cerrado constituye una solución técnica adecuada para mejorar el sistema de conducción de agua potable en el área de estudio.

CONCLUSIONES

El diseño del sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado para el centro poblado de Santa Cruz de Ila permitió optimizar el transporte del recurso hídrico, logrando condiciones adecuadas de flujo, reducción de pérdidas y mejora de la calidad del agua.

El modelamiento hidráulico realizado con el software WaterCAD validó técnicamente la propuesta, evidenciando que el sistema cumple con los criterios de eficiencia, estabilidad y seguridad establecidos en la normativa vigente.

Se determinó el caudal de diseño en función de la población proyectada y la dotación, obteniéndose distintos valores que requiere cada tramo, el cual garantiza el abastecimiento continuo del sistema. Este resultado permitió establecer la base para el dimensionamiento hidráulico del canal, asegurando que la infraestructura propuesta responda a la demanda real de la población.

El diseño del canal cerrado de sección circular de diferentes diámetros, considerando su coeficiente de $C=150$ y diferentes pendientes, permitió definir una estructura hidráulicamente eficiente, capaz de transportar el caudal requerido bajo condiciones óptimas. El dimensionamiento realizado cumple con los criterios técnicos de la hidráulica de canales, evitando sobredimensionamientos o deficiencias estructurales.

El modelamiento hidráulico evidenció que el sistema presenta una velocidad de flujo, valores que se encuentra dentro del rango permisible (0.6 – 3.0 m/s), garantizando un flujo uniforme y estable. Asimismo, se verificó que el sistema no presenta pérdidas significativas de energía, confirmando la eficiencia del diseño propuesto.

El análisis comparativo entre el sistema actual y el sistema propuesto demostró que el canal cerrado reduce considerablemente las pérdidas de agua por infiltración y evaporación, además de minimizar el riesgo de contaminación. Esto se traduce en una mejora significativa de la eficiencia hidráulica y en la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable.

El uso del software WaterCAD permitió simular el comportamiento del sistema bajo condiciones reales de operación, validando que el diseño cumple con los parámetros establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE – OS.030). Esta validación confirma que la propuesta es técnicamente viable y aplicable en el contexto del área de estudio.

El diseño del canal cerrado permitió minimizar las pérdidas de energía a lo largo del sistema, debido a la baja rugosidad del material y a la adecuada pendiente adoptada, garantizando un flujo eficiente y continuo.

Se comprobó que el sistema opera bajo condiciones de flujo uniforme, lo cual asegura estabilidad hidráulica en todo el tramo de conducción y evita variaciones que puedan afectar el rendimiento del sistema.

El uso del software WaterCAD permitió validar el diseño de manera precisa, demostrando que el modelamiento computacional es una herramienta confiable para la planificación y evaluación de sistemas de agua potable.

El diseño propuesto contribuye a la sostenibilidad del sistema de abastecimiento, al reducir pérdidas de agua y mejorar la eficiencia del recurso hídrico, lo cual es fundamental en zonas rurales con disponibilidad limitada.

La implementación del canal cerrado permite garantizar un transporte más seguro del agua potable, reduciendo la exposición a contaminantes y mejorando las condiciones sanitarias del sistema.

El diseño planteado es técnicamente viable, ya que cumple con los criterios hidráulicos, constructivos y normativos, permitiendo su implementación en condiciones reales del área de estudio.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere emplear el programa WaterCAD para el modelamiento hidráulico de redes de distribución de los sistemas de agua potable, en razón de su capacidad para realizar simulaciones precisas y optimizar el diseño del sistema. No obstante, al tratarse de un software comercial con un costo de licencia elevado, es importante evaluar alternativas de acceso, como versiones educativas, licencias institucionales o el uso de programas de código abierto según la disponibilidad y los requerimientos del proyecto.
- Se recomienda la ejecución del canal cerrado diseñado, debido a que ha demostrado ser técnicamente viable y eficiente para el transporte de agua potable, garantizando condiciones adecuadas de flujo y reducción de pérdidas en el sistema.
- Previo a la ejecución del proyecto, se recomienda realizar un estudio geotécnico detallado del suelo, con el fin de determinar su capacidad portante y comportamiento mecánico, asegurando la estabilidad estructural del canal cerrado.
- Se sugiere efectuar un levantamiento topográfico de mayor precisión y detalle, especialmente en zonas críticas del trazado, con el objetivo de optimizar el diseño y minimizar posibles errores durante la etapa constructiva.
- Se recomienda establecer un plan de operación y mantenimiento periódico, que incluya limpieza, inspección y control de posibles obstrucciones, con la finalidad de garantizar la continuidad y eficiencia del sistema a lo largo del tiempo.
- Es necesario capacitar al personal responsable del sistema de agua potable en temas de operación, mantenimiento y gestión del recurso hídrico, asegurando un adecuado funcionamiento del sistema y prolongando su vida útil.
- Se recomienda realizar un análisis económico detallado, que permita evaluar la relación costo–beneficio del proyecto, considerando los costos de construcción, operación y mantenimiento frente a los beneficios obtenidos en eficiencia hidráulica.

- Se sugiere que futuros proyectos similares continúen utilizando herramientas como WaterCAD, ya que permiten simular el comportamiento del sistema, optimizar el diseño y reducir riesgos antes de la ejecución.
- Se recomienda complementar el estudio con un análisis de calidad del agua, con el fin de verificar que el sistema no solo sea eficiente hidráulicamente, sino que también cumpla con estándares sanitarios para consumo humano.
- Se sugiere considerar el diseño propuesto como modelo replicable en otras zonas rurales con condiciones similares, debido a su eficiencia, simplicidad constructiva y bajo costo relativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J. y Salazar, M. (2021). *Diseño hidráulico de sistemas de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo.
- Alegre, H., Baptista, J., Cabrera, E., Cubillo, F., Duarte, P., Hirner, W., Merkel, W. y Parena, R. (2006). *Performance Indicators for Water Supply Services*. IWA Publishing, Londres.
- Arce, L. y Ccanto, R. (2022). *Evaluación hidráulica de redes de distribución de agua potable mediante modelamiento computacional*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Huancavelica.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. McGraw-Hill, Bogotá.
- García, J. y López, R. (2020). *Modelamiento hidráulico aplicado al diseño de sistemas de agua potable*. [Trabajo de investigación, Universidad Politécnica de Madrid], España.
- Huamán, E. y Quispe, J. (2021). *Análisis y diseño de sistemas de conducción de agua potable en zonas rurales altoandinas*. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga], Ayacucho.
- Lozano, P. (2021). *Optimización de redes de distribución de agua potable mediante el uso de software EPANET*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería], Lima.
- Martínez, A., Torres, F. y Ramírez, L. (2018). Evaluación de la eficiencia hidráulica en sistemas de conducción de agua potable. *Revista Internacional de Ingeniería Hidráulica*, 12(3), 45–60.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma OS.030 Abastecimiento de Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
- Molina, C. y Vargas, P. (2019). *Diseño de canales cerrados para sistemas de riego y agua potable*. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Agraria La Molina], Lima.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Guías sobre la calidad del agua potable*. OMS, Ginebra.

- Pérez, R. y Ramírez, S. (2020). *Aplicación de software hidráulico en el diseño de redes de agua potable*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca.
- Smith, A. y Brown, T. (2019). Hydraulic Design of Closed Conduits for Water Supply Systems. *Journal of Hydraulic Engineering*, 145(6), 1–10.
- Torres, D. y Mendoza, C. (2021). *Evaluación de sistemas de conducción de agua potable en comunidades rurales*. [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Altiplano]. Puno.
- Valencia, M. y Rojas, H. (2020). *Análisis de pérdidas hidráulicas en sistemas de agua potable mediante modelamiento*. [Trabajo de investigación, Universidad Nacional de Trujillo]. Trujillo.

CÓMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Basilio Ventura, M. A. (2026). Diseño para el transporte eficiente de agua potable mediante canal cerrado en el centro poblado de Santa Cruz de Ica, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica – 2025 [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco].

ANEXOS

ANEXO 01

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Variables	Metodología	Población y Muestra
Problema General □ ¿De qué manera el diseño de un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado puede mejorar la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del recurso hídrico en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica – 2025? Problemas Específicos □ ¿Cómo determinar el caudal de diseño y las condiciones hidráulicas requeridas para garantizar un transporte continuo y confiable del agua potable? □ ¿Qué parámetros hidráulicos y geométricos deben definirse para optimizar el diseño del canal cerrado (sección, pendiente, velocidad y material)? □ ¿De qué manera la implementación de un canal cerrado permite reducir las pérdidas de agua y mejorar la calidad sanitaria durante la conducción??	Objetivo General Diseñar un sistema de conducción de agua potable mediante canal cerrado que mejore la eficiencia hidráulica y la protección sanitaria del recurso hídrico en el centro poblado de Santa Cruz de Ila, distrito de Pazos, Tayacaja, Huancavelica. Objetivos Específicos □ Determinar el caudal de diseño y las condiciones hidráulicas necesarias para garantizar un transporte continuo y confiable del agua potable. □ Establecer los parámetros hidráulicos y geométricos del canal cerrado — sección, pendiente, velocidad y material— que optimicen su desempeño hidráulico. □ Evaluar la reducción de pérdidas de agua y la mejora de la calidad sanitaria mediante la implementación del canal cerrado propuesto.	Variable de Diseño Diseño del canal cerrado: Corresponde a la propuesta técnica de ingeniería hidráulica que define las características geométricas y condiciones de conducción del sistema. Variable de Desempeño Hidráulico Eficiencia en el transporte de agua potable: Se refiere al desempeño hidráulico del sistema en términos de reducción de pérdidas, continuidad del servicio y calidad del agua durante la conducción.	De acuerdo con su enfoque: Investigación de enfoque Cuantitativa. De acuerdo al Tipo: Investigación es de tipo Aplicada. De acuerdo con su alcance o nivel: El nivel de la investigación es descriptivo – propositivo De acuerdo con el diseño: El diseño de la investigación es no experimental – transversal	Población La población de estudio está constituida por el sistema de abastecimiento de agua potable del centro poblado de Santa Cruz de Ila. Muestra La muestra está representada por el tramo de conducción del sistema de agua potable

ANEXO 02

FOTOS



ANEXO 03

RESOLUCIÓN DE ASESOR

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 1079-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 13 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 764-2024-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 486578-0000005011, del Bach. Miguel Angel BASILIO VENTURA, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 486578-0000005011, presentado por el (la) Bach. Miguel Angel BASILIO VENTURA, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Efraín Raul Martínez Fabian, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. Miguel Angel BASILIO VENTURA al Mg. Efraín Raul Martínez Fabian, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo.
BLCR/EML/ato.

ANEXO 04

RESOLUCIÓN DE JURADOS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0167-2026-D-FI-UDH

Huánuco, 18 de febrero de 2026

Visto, el Oficio N° 0134-2026 -C-PAIC-FI-UDH, presentado por la Coordinadora del Programa Académico de Ingeniería Civil, quien solicita sustitución a dos de los Jurados Revisores del Informe Final (Presidente y Vocal) de Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCVELICA 2025", presentado por el (la) Bach. Miguel Ángel BASILIO VENTURA.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Art. N° 38 y 39 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, es necesaria la revisión del Trabajo de Investigación (Tesis) por la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Huánuco; y,

Que, con Resolución N° 0719-2025-D-FI-UDH, se nombró a los Miembros de Jurados Revisores que evaluarán el Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis) antes mencionado, conformado por la siguiente docente: Mg. Luis Fernando Narro Jara, (Presidente) y Mg. Biseth Miraval Rojas (Vocal) quienes no tienen vínculo laboral con esta universidad; y,

Que, para tal efecto es necesario nombrar al jurado Revisor y/o evaluador, compuesta por tres miembros docentes de la Especialidad, por lo que, en reemplazo del Mg. Luis Fernando Narro Jara, se designa al Mg. Percy Mello Davila Herrera y en reemplazo de la Mg. Biseth Miraval Rojas, se designa al Dr. Hector Raul Zacarias Ventura, y;

Estando a las atribuciones conferidas a la Decana (e) de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 0719-2025-D-FI-UDH de fecha 22 de abril de 2025, en todas sus partes.

Artículo Segundo. - NOMBRAR, al Jurado Revisor que evaluará el informe final del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulada: "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCVELICA 2025", presentado por el (la) Bach. Miguel Ángel BASILIO VENTURA, del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, conformado por los siguientes docentes:

➤ Mg. Percy Mello Davila Herrera	PRESIDENTE
➤ Mg. Yelen Lisseth Trujillo Ariza	SECRETARIO
➤ Dr. Hector Raul Zacarias Ventura	VOCAL

Artículo Tercero. - Los miembros del Jurado Revisor tienen un plazo de siete (07) días hábiles como máximo, para emitir el informe y opinión acerca del Informe Final del Trabajo de Investigación (Tesis).

REGISTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHIVESE,



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Ethel Johana Monzoza Lozano
SECRETARIA DEGESTO



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
DECANO
Mg. Maximiliano Cruz Huacachino
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Distribución:
C-PAIC- Interesado- Jurado (03) - Mat. y Reg. Acad. - Archivo
MCH/EJML/dgc.

ANEXO N° 05

PARÁMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICO

CALCULO DE PERIODO DE DISEÑO, POBLACIÓN Y DOTACIÓN DE AGUA															
CAUDAL DE DISEÑO PARA SISTEMA DE AGUA POTABLE															
TESIS : "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILLA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCABELICA – 2025"															
SUB PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE															
CC.PP. : Santa Cruz de Ila DISTRITO : Pazos	PROVINCIA: Tayacaja REGIÓN: Huancavelica														
I.- POBLACIÓN La población base se determino a partir del padrón de usuarios registrados en la localidad, a partir de ahí se determino la cantidad de viviendas y pobladores que abastecidos de agua potable a partir de la captación proyectada															
CUADRO N° 1 RESUMEN DE PADRON DE USUARIOS- AÑO 2024															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">RESUMEN</th> <th style="width: 15%;">VIVIENDAS</th> <th style="width: 15%;">HABITANTES</th> <th style="width: 30%;">DENSIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TOTAL DE VIVIENDA</td> <td style="text-align: center;">107</td> <td style="text-align: center;">728</td> <td style="text-align: center;">6.80</td> </tr> </tbody> </table>				RESUMEN	VIVIENDAS	HABITANTES	DENSIDAD	TOTAL DE VIVIENDA	107	728	6.80				
RESUMEN	VIVIENDAS	HABITANTES	DENSIDAD												
TOTAL DE VIVIENDA	107	728	6.80												
Fuente: Padrón de Usuarios															
Además dentro de la localidad tenemos instituciones publicas y sociales las cuales se detallas a continuación															
CUADRO N° 2 USUARIOS EN INSTITUCIONES PUBLICAS - AÑO 2024															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">NOMBRE DE INSTITUCION</th> <th style="width: 20%;">TIPO DE INST.</th> <th style="width: 40%;">USUARIOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I.E.I. N°309</td> <td style="text-align: center;">INICIAL</td> <td style="text-align: center;">20</td> </tr> <tr> <td>I.E. N°32135</td> <td style="text-align: center;">PRIMARIA</td> <td style="text-align: center;">35</td> </tr> </tbody> </table>				NOMBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	USUARIOS	I.E.I. N°309	INICIAL	20	I.E. N°32135	PRIMARIA	35			
NOMBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	USUARIOS													
I.E.I. N°309	INICIAL	20													
I.E. N°32135	PRIMARIA	35													
Fuente: Padrón de Usuarios															
CUADRO N° 3 USUARIOS EN INSTITUCIONES SOCIAL - AÑO 2024															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">NOBRE DE INSTITUCION</th> <th style="width: 20%;">TIPO DE INST.</th> <th style="width: 40%;">AFORO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Puesto de Salud</td> <td style="text-align: center;">CENTRO SALUD</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </tbody> </table>				NOBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	AFORO	Puesto de Salud	CENTRO SALUD	3						
NOBRE DE INSTITUCION	TIPO DE INST.	AFORO													
Puesto de Salud	CENTRO SALUD	3													
Fuente: Padrón de Usuarios															
A demás la localidad cuenta con dos sectores de abastecimiento, en ambos se plantea conexiones domiciliarias con arrastre hidráulico. A continuación se determinara la cántidad de viviendas que existen en el Centro Poblado de Snata Cruz de Ila.															
CUADRO N° 3 POBLACION Y VIVIENDA POR SECTORES															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">SECTOR</th> <th style="width: 10%;">LOTES</th> <th style="width: 10%;">DENSIDAD</th> <th style="width: 60%;">POBLACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S1</td> <td style="text-align: center;">107</td> <td style="text-align: center;">6.80</td> <td style="text-align: center;">728</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">107</td> <td style="text-align: center;">✔</td> <td style="text-align: center;">728</td> </tr> </tbody> </table>				SECTOR	LOTES	DENSIDAD	POBLACION	S1	107	6.80	728		107	✔	728
SECTOR	LOTES	DENSIDAD	POBLACION												
S1	107	6.80	728												
	107	✔	728												

II.- PERIODO DE DISEÑO:

La solución técnica que resulta óptima desde el punto de vista económico, es aquella que reduce al mínimo la suma descontada de los costos de inversión y operación durante el periodo analizado.

De acuerdo al Anexo SNIP 10 el horizonte de evaluación de agua potable es de 20 años y para saneamiento se obtendrá a partir del siguiente cuadro:

CUADRO N° 4
HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO (PERIODO DE DISEÑO)

TIPO DE SOLUCIÓN	OPCIÓN TECNOLÓGICA	HORIZONTE DE EVALUACIÓN (AÑOS)	PERIODO DE REINVERSIÓN
INDIVIDUAL	UBS con Arrastre Hidráulico	20	Reinversión: construcción de un nuevo pozo o zanja de percolación cada 10 años
	UBS Ecológico o Compostera	20	Reinversión: construcción de un nuevo pozo, zanja de percolación o infiltro cada 10 años
	UBS de Compostaje Continuo	10**	
	UBS de Hoyo seco ventilado	10	Reinversión: construcción de un nuevo Hoyo cada 5 años

** El periodo de diseño dependerá del material que use el constructor para su diseño

Fuente: Cuadro N° 3 Horizonte de Evaluación del proyecto de la Guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento del programa Nacional de saneamiento Rural - Anexo K1

III.- CALCULO DE LA POBLACIÓN

Se determina la población futura en base a alguno de los siguientes métodos de proyección u otros: Métodos matemáticos, métodos demográficos y métodos económicos. Abordar cada uno de estos métodos se sale del alcance de este capítulo. En este sentido se estudia los métodos matemáticos y demográficos.

a) Método aritmético

$$P_f = P_i + r \cdot t$$

Donde :

Pf : Población Futura

Pi : Población Inicial del año base

r : Constante de Crecimiento Aritmético

t: Tiempo en Años

b) Método Geométrico

$$P_f = P_i \cdot r^{tm}$$

Donde :

Pf : Población Futura

Pi : Población Inicial del año base

r : Constante de Crecimiento geométrico

tm: Tiempo en Años

c) Método de Parábola de segundo grado

$$Y = A + Bx + Cx^2$$

Donde :

Y : Población Futura

A : Población Inicial del año base

B Y C : Constante de Ecuación (adimensionales)

x : Tiempo en Años

d) Método de incremento variables

$$P_t = P_n + MA1P + m(m1/2)A2P$$

$$A1P = \frac{P_n - P_o}{n-1}$$

Donde :

Pt : Población Futura en t Años

Pn : Población última del censo

m : Numero de intervalos de tiempo de Pn a Pr

A1P : Promedio de intervalos variables de población por :

$$A2P = \frac{(P - P_n - 1) + (P1 - P_o)}{n-2}$$

Siendo :

Po : Población Inicial o en el año de partida

n : Numero de clases con 10 años de intervalo en cada clase.

A2P : Promedio de incrementos variables dado por :

Pn-1 : Población penúltima de referencia

P1 : Población siguiente a la inicial (Po)

e) Método de incremento variables

$$P_f = P_n + (Cv + M)n$$

Donde :

Pf : Población Futura

Pn : Población del año base

Cv : Crecimiento negativo (Hab/año)

= Nacimiento-Defunciones=N-D

M : Migraciones (Hab/año)

= Inmigraciones-Emigraciones=I-E

n : Numero de Años

PERIODO DE DISEÑO PARA EL PROYECTO :

Para el calculo de la población futura existen 3 métodos, el método lineal, el geométrico y exponencial

Cada uno de estos métodos es para una determina forma de crecimiento de la población, el consultor deberá elegir el que mejor se adecue

POBLACIÓN AÑO 1

Primero se proyectara la poblacion al año 1, asumiendo como año base el 2024 y año uno el 2025.

Así mismo se tiene un a taza de crecimiento de : r (Constante de Crecimiento Lineal) =1.07%

CUADRO N° 5

CALCULO DE POBLACIÓN EN EL AÑO 1

PERIODO	AÑO	VIVIENDAS		INST. PUBLICAS			INST. SOCIAL		
		POB. (hab)	LOTES (viv)	INICIAL (hab)	PRIM. (hab)	SEC. (hab)	L. COM. (hab)	C. MED. (hab)	OTROS (hab)
Año Base :	2024	728	107	20	35	0	0	3	0
Año 0 :	2024	728	107	20	35	0	0	3	0
Año 1 :	2025	736	108	20	36	0	0	3	0

Fuente: propia

POBLACIÓN FUTURA

Para proyectos de agua potable y letrinas con compostera se emplea un periodo de diseño de 20 años

Así mismo las instituciones Sociales cuentan un numero máximo de aforo por lo cual con el paso de tiempo este no incrementara.

CUADRO N° 6

CALCULO DE POBLACIÓN EN EL AÑO 1

PERIODO	AÑO	VIVIENDAS		INST. PUBLICAS			INST. SOCIAL		
		POB. (hab)	LOTES (viv)	INICIAL (hab)	PRIM. (hab)	SEC. (hab)	L. COM. (hab)	C. MED. (hab)	OTROS (hab)
Año 0:	2024	728	107	20	35	0	0	3	0
Año 10:	2034	806	118	22	39	0	0	3	0
Año 20:	2044	884	130	25	43	0	0	3	0

Fuente: propia

El proyecto cuenta con zonas (sectores) con consumo diferentes por lo que es necesario obtener el incremento de población y viviendas en el año de diseño.

El crecimiento de la población se dará mayormente en la zona central debido a que esta zona tendrá sistema de colector para las aguas servidas, el porcentaje de incremento de cada sector es determinado por el consultor tal como se muestra a continuación:

- Determinación de población futura

Población en el año de Base:	728	hab
Población en el año de Diseño:	884	hab
Incremento de Población	156	hab
% de incidencia de crecimiento en Sector I	100.00	%
Incremento de Población sector Centro	156	hab
Incremento de Población sector Exterior	-	hab

- Determinación de viviendas futuras

Viviendas en el año de Base:	107	viv
Viviendas en el año de Diseño:	130	viv
Incremento de Viviendas	23	viv
% de incidencia de crecimiento en Sector I	100.00	%
Incremento de Viviendas sector Centro	23	viv
Incremento de Viviendas sector Exterior	-	viv

En la siguiente cuadro se muestra la población base y futura por sectores y sus respectivos crecimientos

**CUADRO N° 3
RESUMEN DE POBLACION ACTUAL Y FUTURA**

SECTOR	POBL. INIC.	INCR. POBL.	POBL. FINAL	VIV. INIC.	INCR. VIV.	VIV. FINAL
S1	728	156	884	107	23	130

Fuente: propia

IV.- DOTACIÓN

Existe correlación entre la contribución per cápita del abastecimiento de agua y la contribución de desagüe, ya que uno proviene del otro. La dotación promedio diaria anual por habitante, se fijará en base a un estudio de consumos técnicamente justificado, sustentado en informaciones estadísticas comprobadas.

Para nuestro caso se tomará los criterios establecidos por el Programa Nacional de saneamiento Rural PNSR, los cuales se indican a continuación

a) Consumo Doméstico

Para el consumo doméstico del servicio de agua potable se requiere determinar el tipo de unidad de saneamiento que se instalará para lo cual se deberá tener en cuenta las siguientes dotaciones.

**CUADRO 7
DOTACIÓN SEGÚN REGIÓN Y TIPO DE UBS ÁMBITO RURAL
(l/hab/día)**

ZONA	TIPO DE UBS		
	UBS ARRASTRE HIDRÁULICO	UBS COMPOSTERA	UBS DE HOYO SECO
COSTA	110	80	60
SIERRA	100	70	50
SELVA	120	90	70

Fuente: Cuadro N° 3 dotación Según Región y Tipo de UBS ámbito rural de la Guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento del programa Nacional de saneamiento Rural - Anexo K1

b) Consumo estatal

Para el consumo estatal de agua se considera lo siguiente:

CUADRO 8
INSTITUCIONES EDUCATIVAS
(l/hab/día)

ZONA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	DOTACIÓN
COSTA, SIERRA Y SELVA	Educación primaria y inicial	25
	Educación secundaria	25

Fuente: Cuadro N° 3 Instituciones Educativas de la Guía para elaboración de proyectos de agua y saneamiento del programa Nacional de saneamiento Rural - Anexo K1

c) consumo social

En el caso de locales, organizaciones o instituciones que tengan concurrencia de población o presten atención al público, incluida la Posta de salud, la dotación a usar será la dotación estipulada por vivienda

CUADRO 9
INSTITUCIONES SOCIALES
(l/asientos/día)

ZONA	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	DOTACIÓN
COSTA, SIERRA Y SELVA	Casa Comunal	3 l/asiento/día
	Casa Salud *	600 litros/cama/día
	Otros	3 l/asiento/día

Fuente: Propia

* solo en centro de salud que cuenten con camas para el internado de pacientes, en caso contrario se empleara otro tipo de dotación.

V.- CONSUMO DE AGUA

La cantidad de agua que se consume en una red publica varia continuamente bajo la influencia de las actividades y hábitos de la población, condiciones del clima, costumbres .

Hay meses en el que el consumo de aguas de agua es elevado, así también durante un mes hay días de mayor consumo, lo mismo que durante el día, el consumo varia constantemente.

Los consumos de agua de la ciudad tiene pues variaciones mensuales, diarias y horarias.

Estas variaciones pueden expresarse en un porcentaje del consumo o gastos promedio (Qp)

a) GASTO PROMEDIO

El gasto promedio diario se define como el promedio de los consumos diarios durante un año. Por lo tanto, el gasto promedio diario expresa la relación entre el volumen total consumido por la población en un día se expresa generalmente en lts/seg y esta representado por:

$$Q_p = \frac{Poblacion \cdot Dotacion}{24horas \cdot 3600s}$$

También por :

$$Q_p = \frac{Poblacion \cdot Dotacion}{86400} \text{ l / seg}$$

a.1) Gasto por Consumo Domestico

CUADRO 10
CONSUMO DOMESTICO (l/s)

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/hab/día	GASTO l/s
884	Sierra	UBS A. H.	100	1.023
Fuente: Propia				Total = 1.023

a.2) Gasto por Consumo Estatal

CUADRO 11
CONSUMO ESTATAL (l/s)

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/hab/día	GASTO l/s
25	Sierra	Ed. Inicial	25	0.007
43	Sierra	Ed. Primaria	25	0.012
Fuente: Propia				Total = 0.020

a.3) Gasto por consumo social

CUADRO 12
CONSUMO SOCIAL (l/s)

POBLACIÓN DISEÑO	ZONA	TIPO	DOTACIÓN l/hab/día	GASTO l/s
0	Sierra	Local Comunal	3	0.000
3	Sierra	Postas de Salud	600	0.021
0	Sierra	Otros	3	0.000
Fuente: Propia				Total = 0.021

a.4) Resumen de consumo

Consumo Doméstico	1.023	l/s
Consumo Estatal	0.020	l/s
Consumo Social	0.021	l/s
consumo Total	1.064	l/s

a) PERDIDAS FÍSICAS

Corresponde a pérdidas reales de agua potable, es decir es agua potable producida pero no utilizada por efectos de fugas en tuberías en mal estado, rebose no controlado en reservorios, etc. Las pérdidas se estiman con un % de la producción

$$PF = Produccion \cdot \%Perdida$$

$$Q_{medio} = Consumo\ total / (1 - \%PF)$$

asumiendo una pérdida en todo el sistema de : 10%

Q _{medio} domestico	1.137	l/s
Q _{medio} estatal	0.022	l/s
Q _{medio} social	0.023	l/s
Q_{medio}	1.182	l/s

$$Q_{medio} = 1.182\ l/s$$

VI.- VARIACIÓN DE CONSUMO

De acuerdo a condiciones de cada ciudad el consumo de agua sufre variaciones diarias determinadas por las estaciones, costumbres, etc. Lo cual hace determinar días del año se presenten máximos y mínimos consumos, igualmente existen horas en que se presentan máximos y mínimos consumos.

a) GASTO MÁXIMO DIARIO

Se define como máximo diario al día de máximo consumo de una serie de registros observados durante 365 días de un año. De acuerdo a las variaciones de todo un año se puede determinar el día mas crítico que necesariamente tiene que ser satisfecho por el sistema de agua potable. Este valor, relaciona con el consumo promedio diario permite establecer coeficiente de variación horaria

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DIARIA.K1

Es la relación existente entre el gasto efectuado en el día de máximo consumo y el gasto promedio.

$$k_1 = \frac{Gasto.del.Dia.máximo.consumo}{Gasto.promedio}$$

$$K1 = 1.3$$

El gasto máximo diario representa pues el promedio diario por el coeficiente de variación diaria, o sea:

$$Q_{md} = Q_p \cdot k_1$$

DONDE :

Qmd = Gasto máximo diario expresado en lts/s

Qp = Gasto promedio expresado en lts/s

K1= Coeficiente de variación diaria que varia 1.3-2.0 (Según tipo de habilitación)

Q_{máximo diario domestico} 1.478 l/s

Q_{máximo diario estatal} 0.028 l/s

Q_{máximo diario social} 0.030 l/s

Q_{máximo diario} 1.536 l/s

$$Q_{md} = 1.536 \text{ l/seg}$$

b) GASTO MÁXIMO HORARIO

El valor máximo que se tiene durante un día será hora de máximo consumo

El gasto máximo horario será relacionado respecto al gasto promedio, según la siguiente expresión:

$$Q_{mh} = Q_p \cdot k_2$$

$$K2 = 2$$

DONDE :

Qmh= Gasto máximo Horario expresado en lts/s

Qp = Gasto promedio expresado en lts/s

K2= Coeficiente de variación Horaria que varia entre 1.8-2.5 (Según tipo de habilitación) respecto al gasto promedio.

Q_{máximo horario domestico} 2.274 l/s

Q_{máximo horario estatal} 0.044 l/s

Q_{máximo horario social} 0.046 l/s

Q_{máximo horario} 2.364 l/s

$$Q_{mh} = 2.364 \text{ l/seg}$$

CALCULO DE LA GASTO POR SISTEMA

TESIS : "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCAMELICA – 2025"

SUB PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE

LOCALIDAD : Santa Cruz de Ila

PROVINCIA: Tayacaja

DISTRITO : Pazos

REGIÓN : Huancavelica

I.- DATOS INICIALES

GASTOS PROMEDIO UNITARIO ($G_{p_{unitario}}$)

a) Gasto Domestico

El gasto promedio unitario de uso domestico se obtendrá de dividiendo la el gasto promedio entre la población o el numero de viviendas

**CUADRO 13
GASTO DOMESTICO UNITARIO**

	Año Base viv	Año Diseño viv	Incr. viv	Qp l/s	Q _{unitario} l/s/viv
S1	107	130	23	1.137	0.0087
	107	130		1.137	✓

Fuente: Propia

b) Gasto Estatal

El gasto promedio unitario de uso Estatal se obtendrá de dividiendo la el gasto promedio entre la población de la institución educativa

**CUADRO 14
GASTO ESTATAL UNITARIO**

	FUTURA hab	Qp l/s	Q _{unitario} l/s/hab
Población Inicial	25.00	0.008	0.0003
Población Primaria	43.00	0.014	0.0003
Fuente: Propia		0.022	✓

c) Gasto Social

El gasto promedio unitario de uso social se obtendrá de dividiendo la el gasto promedio entre la población de la de institución Social

**CUADRO 15
GASTO SOCIAL UNITARIO**

	USUARIOS hab	Qp l/s	Qunitario l/s/hab
Usuarios en Local Comunal	0.00	0.000	0.00000
Usuarios en Postas de Salud	3.00	0.023	0.00772
Usuarios en Otros	0.00	0.000	0.00000

Fuente: Propia

0.023



D) Resumen

Q _p domestico	1.137	l/s
Q _p estatal	0.022	l/s
Q _p social	0.023	l/s
Q_p horario	1.182	l/s

II.- DOTACIÓN EN LOS NUDOS Y SISTEMAS DE ANÁLISIS

A continuación se analiza el consumo para cada sistema planteado a partir del consumo en cada nodo en la red.

**CUADRO 16
DOTACIÓN POR NODO Y SISTEMA**

Nodo	GASTO DOMESTICO					GASTO ESTATAL					GASTO SOCIAL			GASTO l/s	SISTEMA	
	Lote y/o vivienda existente	Lote y/o vivienda proyectada	Lote y/o vivienda Total	Sector	Gasto Unitario (L/s/viv)	Gasto domestico (l/s)	TIPO	Poblac. (hab)	Gasto Unitario (L/s/hab)	Gasto Estatal (l/s)	TIPO	Poblac. (hab)	Gasto Unitario (L/s/hab)			Gasto Social (l/s)
J-2	0		0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
J-3	0		0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1

	J-4	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-5	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-6	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-7	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-8	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-9	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-10	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-11	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-12	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-13	2	2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-14	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-15	2	2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-16	1	1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-17	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-18	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-19	2	2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-21	1	1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-22	6	6	Sector I	0.0106	0.0637									0.0637	S1
	J-23	3	3	Sector I	0.0106	0.0319									0.0319	S1
	J-24	6	6	Sector I	0.0106	0.0637									0.0637	S1
	J-25	1	1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-26	11	11	Sector I	0.0106	0.1169									0.1169	S1
	J-27	1	1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-28	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-29	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-30	3	3	Sector I	0.0106	0.0319									0.0319	S1
	J-31	6	6	Sector I	0.0106	0.0637									0.0637	S1
	J-32	6	6	Sector I	0.0106	0.0637					P. Salud	3	0.007716	0.0231	0.0869	S1
	J-33	8	8	Sector I	0.0106	0.0850	Inicial	25	0.000322	0.0080					0.0930	S1
	J-34	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-35	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-36	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-37	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-38	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-39	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-40	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-41	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-42	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-43	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-44	0	0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1

	J-45	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-46	3		3	Sector I	0.0106	0.0319									0.0319	S1
	J-47	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-48	5		5	Sector I	0.0106	0.0531									0.0531	S1
	J-49	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-50	1		1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-51	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-52	0		0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-53	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-54	11		11	Sector I	0.0106	0.1169									0.1169	S1
	J-55	6		6	Sector I	0.0106	0.0637									0.0637	S1
	J-56	0		0	Sector I	0.0106	0.0000									0.0000	S1
	J-57	1		1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-58	3		3	Sector I	0.0106	0.0319									0.0319	S1
	J-59	1		1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-60	1		1	Sector I	0.0106	0.0106									0.0106	S1
	J-61	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-62	2		2	Sector I	0.0106	0.0212									0.0212	S1
	J-63	2		2	Sector I	0.0106	0.0212	Primaria	43	0.000322	0.0138					0.0351	S1
TOTAL =		107	0	107	✓	1.137		✓	✓		0.022	✓		0.023	1.182		
Fuente: Propia ver plano de esquema de red																	

CUADRO 17a

RESUMEN DE DOTACIÓN POR SISTEMA

Sistema	Gasto Domestico	Gasto Estatal	Gasto Social	Gasto Prom.
S1	1.1368	0.0219	0.0231	1.1818
	1.137	0.022	0.023	1.182

Fuente: Propia

ECUACIÓN DE EQUILIBRIO

TESIS : "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCAMELICA – 2025"

SUB PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE

LOCALIDAD Santa Cruz de Ila

PROVINCIA: Tayacaja

DISTRITO : Pazos

REGIÓN: Huancavelica

Para determinar si la fuente proporciona el caudal adecuado sin afectar al medio ambiente y a otros usuarios del mismo. Por tal motivo se tendrá que determinar cual es caudal máximo que se podrá obtener de la fuente de captación y comparar con el caudal de demanda de la localidad en análisis.

Por lo tanto deberá de cumplir la ecuación de equilibrio

$$Q_{OFERTA} \geq Q_{DEMANDA}$$

I.- ANÁLISIS DEL CAUDAL DE OFERTA

El caudal de oferta será un tercio del caudal de mínimo

$$Q_{OFERTA} = Q_{MIN.RIO}$$

Para el aforamiento se empleo el método volumétrico

$$Q = \frac{Vol}{t}$$

Manante	caudal l/s
Manantial Quiswaragra	1.98
Fuente: Estudio de Fuentes de Agua	

II.- ANÁLISIS DEL CAUDAL DE DEMANDA

Demanda global

Población de Diseño :	(hab) :	884
Total de Lotes y/o viviendas	(und) :	130
Caudal de diseño (Qm)	(l/s) :	1.182
Caudal max diario (Qmd)	(l/s) :	1.536

demanda local

Para el análisis de demanda se empleara el caudal promedio obtenido en el análisis anterior y redistribuidos según la cantidad de viviendas.

CALCULO DE CAUDALES DE LOS MANANTIALES:

DESCRIPCION	Qi	CAUDAL (Q)			
		Epoca de Lluvias (l/s)	Epoca de Estiaje (l/s)	Caudal ecologico (l/s)	Caudal maximo a captar (l/s)
Manantial Quiswaragra	Q1	2.574	1.98	0.396	1.584
TOTALES		2.574	1.98	3.96	1.584

Q = 1.58 lts/seg.

Oferta de Agua

1.58 > 1.54

OK!!

La oferta del recurso hidrico existente en epocas de estiaje cubre la demanda de agua actual y el proyectado para un periodo de 20 años.

$$Q_{OFERTA} \geq Q_{DEMANDA}$$

Aforo Total

1.536

1.58



DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

TESIS : "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCABELICA – 2025"

SUB PROYECTO : SISTEMA DE AGUA POTABLE

LOCALIDAD : Santa Cruz de Ila

PROVINCIA: Tayacaja

DISTRITO : Pazos

REGIÓN : Huancavelica

I.- DOTACIÓN EN LOS NUDOS DE ANÁLISIS

La cantidad de agua que se consume en una red publica varia continuamente bajo la influencia de las actividades y hábitos de la población, condiciones del clima, costumbres.

La Gasto máximo Horario esta en función del Gasto promedio y el coeficiente de mayoración horario (k₂)

$$Q_{mh} = Q_p \cdot k_2$$

$$K_2 = 2$$

Se presenta a continuación el cálculo de consumo por cada nodo planteado en el sistema

CUADRO 19

GASTO MÁXIMO DIARIO/NODO

Nodo	Gp (l/s)	Gmh (l/s)	ELEV (m)	SISTEMA
J-2	0.0000	0.0000	3603.74	S1
J-3	0.0000	0.0000	3596.59	S1
J-4	0.0000	0.0000	3591.20	S1
J-5	0.0000	0.0000	3586.12	S1
J-6	0.0000	0.0000	3570.07	S1
J-7	0.0000	0.0000	3564.48	S1
J-8	0.0000	0.0000	3557.00	S1
J-9	0.0000	0.0000	3533.38	S1
J-10	0.0000	0.0000	3524.95	S1
J-11	0.0000	0.0000	3522.50	S1
J-12	0.0000	0.0000	3523.00	S1
J-13	0.0212	0.0425	3522.96	S1
J-14	0.0000	0.0000	3522.91	S1
J-15	0.0212	0.0425	3529.00	S1
J-16	0.0106	0.0212	3523.57	S1
J-17	0.0000	0.0000	3527.15	S1
J-18	0.0000	0.0000	3527.19	S1
J-19	0.0212	0.0425	3531.50	S1
J-21	0.0106	0.0212	3522.00	S1
J-22	0.0637	0.1275	3511.00	S1
J-23	0.0319	0.0637	3514.28	S1
J-24	0.0637	0.1275	3513.95	S1
J-25	0.0106	0.0212	3510.04	S1
J-26	0.1169	0.2337	3507.00	S1
J-27	0.0106	0.0212	3506.88	S1
J-28	0.0000	0.0000	3504.95	S1
J-29	0.0000	0.0000	3502.43	S1
J-30	0.0319	0.0637	3501.98	S1
J-31	0.0637	0.1275	3510.79	S1
J-32	0.0869	0.1738	3510.62	S1
J-33	0.0930	0.1861	3512.00	S1
J-34	0.0000	0.0000	3517.42	S1
J-35	0.0000	0.0000	3504.10	S1
J-36	0.0000	0.0000	3502.00	S1
J-37	0.0000	0.0000	3501.11	S1
J-38	0.0000	0.0000	3502.58	S1
J-39	0.0000	0.0000	3502.06	S1
J-40	0.0000	0.0000	3500.00	S1
J-41	0.0000	0.0000	3501.00	S1

	J-42	0.0000	0.0000	3501.99	S1
	J-43	0.0000	0.0000	3502.09	S1
	J-44	0.0000	0.0000	3501.37	S1
	J-45	0.0212	0.0425	3501.38	S1
	J-46	0.0319	0.0637	3495.35	S1
	J-47	0.0212	0.0425	3501.12	S1
	J-48	0.0531	0.1062	3500.75	S1
	J-49	0.0212	0.0425	3497.91	S1
	J-50	0.0106	0.0212	3500.89	S1
	J-51	0.0212	0.0425	3505.00	S1
	J-52	0.0000	0.0000	3500.44	S1
	J-53	0.0212	0.0425	3506.00	S1
	J-54	0.1169	0.2337	3502.17	S1
	J-55	0.0637	0.1275	3502.55	S1
	J-56	0.0000	0.0000	3505.88	S1
	J-57	0.0106	0.0212	3505.07	S1
	J-58	0.0319	0.0637	3507.00	S1
	J-59	0.0106	0.0212	3506.20	S1
	J-60	0.0106	0.0212	3509.37	S1
	J-61	0.0212	0.0425	3510.61	S1
	J-62	0.0212	0.0425	3514.23	S1
	J-63	0.0351	0.0701	3497.00	S1
	TOTAL =	1.182	2.364		
	Fuente: propia ver plano de esquema de red				

II.- PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Las tuberías emplear serán de material de fácil adquisición, de diámetros comerciales, tal como se muestra en la siguiente tabla.

CUADRO 20								
PROPIEDADES DE MATERIALES								
Tubería	Longitud	Nudo Inicio	Nudo Final	Diámetro (in)	Material	Hazen-Williams	Pendiente	
P-1	40.29	RESERVORIO	J-2	2	PVC	150	2.70%	
P-2	54.26	J-2	J-3	2	PVC	150	2.70%	
P-3	9.46	J-3	J-4	2	PVC	150	2.70%	
P-4	21.32	J-4	J-5	2	PVC	150	2.70%	
P-5	51.09	J-5	J-6	2	PVC	150	2.70%	
P-6	24.46	J-6	J-7	2	PVC	150	2.70%	
P-7	19.94	J-7	CRP TVII N° 01	2	PVC	150	2.70%	
P-8	64.17	CRP TVII N° 01	J-9	2	PVC	150	2.70%	
P-9	40.08	J-9	J-10	2	PVC	150	2.70%	
P-10	94.75	J-10	J-11	1 1/2	PVC	150	3.80%	
P-11	50.31	J-11	J-12	1 1/2	PVC	150	3.80%	
P-12	15.34	J-12	J-13	1 1/2	PVC	150	3.80%	
P-13	2.37	J-13	J-14	1 1/2	PVC	150	3.40%	
P-14	24.30	J-13	J-15	3/4	PVC	150	0.20%	
P-15	19.85	J-14	J-16	1	PVC	150	1.10%	
P-16	54.58	J-16	J-17	1	PVC	150	0.90%	
P-17	2.09	J-17	J-18	3/4	PVC	150	2.30%	
P-18	24.69	J-17	J-19	3/4	PVC	150	0.20%	
P-20	14.59	J-18	J-21	3/4	PVC	150	2.30%	
P-21	30.33	J-21	J-22	3/4	PVC	150	1.70%	
P-22	35.71	J-14	J-23	1	PVC	150	17.00%	
P-23	38.89	J-23	J-24	3/4	PVC	150	1.70%	
P-24	24.83	J-23	J-25	1	PVC	150	11.70%	
P-25	51.11	J-25	J-26	3/4	PVC	150	8.60%	

	P-26	33.86	J-26	J-27	3/4	PVC	150	0.90%
	P-27	28.80	J-27	J-28	3/4	PVC	150	0.50%
	P-28	35.39	J-28	J-29	3/4	PVC	150	0.50%
	P-29	31.31	J-29	J-30	3/4	PVC	150	0.50%
	P-30	20.76	J-25	J-31	1	PVC	150	4.60%
	P-31	33.31	J-31	J-32	1	PVC	150	2.70%
	P-32	114.91	J-32	J-33	3/4	PVC	150	3.30%
	P-33	19.56	J-10	J-34	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-34	60.72	J-34	J-35	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-35	44.12	J-35	J-36	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-36	38.61	J-36	J-37	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-37	31.16	J-37	J-38	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-38	22.78	J-38	J-39	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-39	58.93	J-39	J-40	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-40	58.14	J-40	J-41	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-41	34.51	J-41	J-42	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-42	16.79	J-42	J-43	1 1/2	PVC	150	2.60%
	P-43	14.44	J-43	J-44	1	PVC	150	17.80%
	P-44	21.54	J-44	J-45	1	PVC	150	17.80%
	P-45	41.69	J-45	J-46	3/4	PVC	150	0.50%
	P-46	19.66	J-45	J-47	1	PVC	150	14.70%
	P-47	40.56	J-47	J-48	1	PVC	150	13.60%
	P-48	27.93	J-48	J-49	3/4	PVC	150	1.40%
	P-49	9.57	J-48	J-50	1	PVC	150	8.30%
	P-50	24.64	J-50	J-51	3/4	PVC	150	0.20%
	P-51	15.28	J-50	J-52	1	PVC	150	6.90%
	P-52	41.65	J-52	J-53	3/4	PVC	150	0.20%
	P-53	54.69	J-52	J-54	1	PVC	150	6.10%
	P-54	25.63	J-54	J-55	3/4	PVC	150	1.70%
	P-55	13.45	J-54	J-56	1	PVC	150	1.10%
	P-56	15.95	J-56	J-57	3/4	PVC	150	0.90%
	P-57	47.46	J-57	J-58	3/4	PVC	150	0.50%
	P-58	14.52	J-56	J-59	3/4	PVC	150	1.70%
	P-59	25.48	J-59	J-60	3/4	PVC	150	1.30%
	P-60	31.11	J-60	J-61	3/4	PVC	150	0.90%
	P-61	18.16	J-61	J-62	3/4	PVC	150	0.20%
	P-62	51.08	J-49	J-63	3/4	PVC	150	0.60%

Fuente: propia ver plano de esquema de red

III.- PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos serán procesados en el software WaterCad empleando los siguientes modelos matemáticos

Hazen-Williams

$$Q = k \cdot C \cdot A \cdot R^{0.63} \cdot S^{0.54}$$

Donde:

k = Constante (0.85 en SI , 1.32 en US).

Darcy-Weisbach

$$h_L = f \cdot \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad f = \frac{1.325}{\left[\ln \left(\frac{\epsilon}{3.7D} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right]^2}$$

IV.- RESULTADOS DE PROCESAMIENTO

A) RESULTADO DE CARGA DE PRESIONES

En la tabla se presenta como resultado de la solución de la red las presiones que existen en los nudos de los puntos. Las presiones máximas están dadas por la calidad de tubería en este caso es de 60 mH₂O y la presión de mínima no de ser menor a 8 mH₂O según RNE.

P_{máx} = 60

P_{mín} = 8

CUADRO 21
VERIFICACIÓN DE PRESIÓN EN RED

NUDO	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Energía (m)	Presión (m H ₂ O)	Observación
J-2	3,603.74	0.0000	3,614.18	10.42	ok!!!
J-3	3,596.59	0.0000	3,612.69	16.07	ok!!!
J-4	3,591.20	0.0000	3,612.43	21.19	ok!!!
J-5	3,586.12	0.0000	3,611.85	25.68	ok!!!
J-6	3,570.07	0.0000	3,610.45	40.29	ok!!!
J-7	3,564.48	0.0000	3,609.77	45.20	ok!!!
J-9	3,533.38	0.0000	3,555.24	21.81	ok!!!
J-10	3,524.95	0.0000	3,554.14	29.13	ok!!!
J-11	3,522.50	0.0000	3,550.50	27.95	ok!!!
J-12	3,523.00	0.0000	3,548.57	25.52	ok!!!
J-13	3,522.96	0.0425	3,547.98	24.97	ok!!!
J-14	3,522.91	0.0000	3,547.90	24.94	ok!!!
J-15	3,529.00	0.0425	3,547.94	18.90	ok!!!
J-16	3,523.57	0.0212	3,547.69	24.07	ok!!!
J-17	3,527.15	0.0000	3,547.20	20.01	ok!!!
J-18	3,527.19	0.0000	3,547.15	19.92	ok!!!
J-19	3,531.50	0.0425	3,547.15	15.62	ok!!!
J-21	3,522.00	0.0212	3,546.82	24.77	ok!!!
J-22	3,511.00	0.1275	3,546.29	35.22	ok!!!
J-23	3,514.28	0.0637	3,541.85	27.51	ok!!!
J-24	3,513.95	0.1275	3,541.17	27.16	ok!!!
J-25	3,510.04	0.0212	3,538.94	28.84	ok!!!
J-26	3,507.00	0.2337	3,534.56	27.50	ok!!!
J-27	3,506.88	0.0212	3,534.27	27.33	ok!!!
J-28	3,504.95	0.0000	3,534.11	29.10	ok!!!
J-29	3,502.43	0.0000	3,533.92	31.43	ok!!!
J-30	3,501.98	0.0637	3,533.76	31.71	ok!!!
J-31	3,510.79	0.1275	3,537.99	27.14	ok!!!
J-32	3,510.62	0.1738	3,537.09	26.41	ok!!!
J-33	3,512.00	0.1861	3,533.24	21.20	ok!!!
J-34	3,517.42	0.0000	3,553.64	36.14	ok!!!
J-35	3,504.10	0.0000	3,552.08	47.89	ok!!!
J-36	3,502.00	0.0000	3,550.95	48.85	ok!!!
J-37	3,501.11	0.0000	3,549.96	48.76	ok!!!
J-38	3,502.58	0.0000	3,549.17	46.49	ok!!!
J-39	3,502.06	0.0000	3,548.58	46.43	ok!!!
J-40	3,500.00	0.0000	3,547.08	46.98	ok!!!
J-41	3,501.00	0.0000	3,545.59	44.50	ok!!!
J-42	3,501.99	0.0000	3,544.70	42.63	ok!!!
J-43	3,502.09	0.0000	3,544.27	42.10	ok!!!
J-44	3,501.37	0.0000	3,541.70	40.25	ok!!!
J-45	3,501.38	0.0425	3,537.86	36.41	ok!!!
J-46	3,495.35	0.0637	3,537.64	42.21	ok!!!
J-47	3,501.12	0.0425	3,534.97	33.78	ok!!!
J-48	3,500.75	0.1062	3,529.47	28.66	ok!!!
J-49	3,497.91	0.0425	3,529.07	31.10	ok!!!
J-50	3,500.89	0.0212	3,528.68	27.73	ok!!!
J-51	3,505.00	0.0425	3,528.63	23.58	ok!!!
J-52	3,500.44	0.0000	3,527.61	27.12	ok!!!
J-53	3,506.00	0.0425	3,527.54	21.49	ok!!!
J-54	3,502.17	0.2337	3,524.27	22.05	ok!!!

	J-55	3,502.55	0.1275	3,523.82	21.23	ok!!!	
	J-56	3,505.88	0.0000	3,524.12	18.21	ok!!!	
	J-57	3,505.07	0.0212	3,523.98	18.88	ok!!!	
	J-58	3,507.00	0.0637	3,523.73	16.70	ok!!!	
	J-59	3,506.20	0.0212	3,523.87	17.63	ok!!!	
	J-60	3,509.37	0.0212	3,523.55	14.15	ok!!!	
	J-61	3,510.61	0.0425	3,523.28	12.64	ok!!!	
	J-62	3,514.23	0.0425	3,523.24	8.99	ok!!!	
	J-63	3,497.00	0.0701	3,528.75	31.69	ok!!!	
Fuente: propia ver plano de esquema de red							
B) RESULTADO DE VELOCIDADES							
La verificación de las velocidades se realizar en la Tuberías, las velocidad no superaran a 3 m/s para evitar el desgaste de la tubería de PVC.							
CUADRO 22							
VERIFICACIÓN DE VELOCIDADES EN LA RED							
Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación	
P-1	40.29	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-2	54.26	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-3	9.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-4	21.32	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-5	51.09	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-6	24.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-7	19.94	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-8	64.17	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-9	40.08	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!	
P-10	94.75	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!	
P-11	50.31	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!	
P-12	15.34	1 1/2	150	1.3158	1.1500	ok!!!	
P-13	2.37	1 1/2	150	1.2308	1.0800	ok!!!	
P-14	24.30	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!	
P-15	19.85	1	150	0.2124	0.4200	ok!!!	
P-16	54.58	1	150	0.1912	0.3800	ok!!!	
P-17	2.09	3/4	150	0.1487	0.5200	ok!!!	
P-18	24.69	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!	
P-20	14.59	3/4	150	0.1487	0.5200	ok!!!	
P-21	30.33	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!	
P-22	35.71	1	150	1.0184	2.0100	ok!!!	
P-23	38.89	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!	
P-24	24.83	1	150	0.8272	1.6300	ok!!!	
P-25	51.11	3/4	150	0.3186	1.1200	ok!!!	
P-26	33.86	3/4	150	0.0849	0.3000	ok!!!	
P-27	28.80	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!	
P-28	35.39	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!	
P-29	31.31	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!	
P-30	20.76	1	150	0.4874	0.9600	ok!!!	
P-31	33.31	1	150	0.3599	0.7100	ok!!!	
P-32	114.91	3/4	150	0.1861	0.6500	ok!!!	
P-33	19.56	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!	
P-34	60.72	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!	
P-35	44.12	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!	
P-36	38.61	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!	
P-37	31.16	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!	

	P-38	22.78	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
	P-39	58.93	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
	P-40	58.14	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
	P-41	34.51	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
	P-42	16.79	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
	P-43	14.44	1	150	1.0472	2.0700	ok!!!
	P-44	21.54	1	150	1.0472	2.0700	ok!!!
	P-45	41.69	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
	P-46	19.66	1	150	0.9410	1.8600	ok!!!
	P-47	40.56	1	150	0.8985	1.7700	ok!!!
	P-48	27.93	3/4	150	0.1126	0.4000	ok!!!
	P-49	9.57	1	150	0.6797	1.3400	ok!!!
	P-50	24.64	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
	P-51	15.28	1	150	0.6160	1.2200	ok!!!
	P-52	41.65	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
	P-53	54.69	1	150	0.5735	1.1300	ok!!!
	P-54	25.63	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!
	P-55	13.45	1	150	0.2123	0.4200	ok!!!
	P-56	15.95	1	150	0.0849	0.3000	ok!!!
	P-57	47.46	3/4	150	0.0637	0.2200	ok!!!
	P-58	14.52	1	150	0.1274	0.4500	ok!!!
	P-59	25.48	3/4	150	0.1062	0.3700	ok!!!
	P-60	31.11	3/4	150	0.0850	0.3000	ok!!!
	P-61	18.16	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
	P-62	51.08	3/4	150	0.0701	0.2500	ok!!!
Fuente: propia ver plano de esquema de red							
V.- CONCLUSIONES							
	Las presiones en todos los puntos críticos son menores a 50 m de altura, por lo tanto, se empleara tubería de clase 10						
	Las velocidades en las tuberías son menores a 3 m/s, cumpliendo el RNE y pudiéndose dar el uso de tuberías de PVC						
	Los diámetros a emplear en el sistema SON DE 3/4", 1", 1 1/2" y 2", según se indican						
VI.- RECOMENDACIONES							
	Para las tuberías se recomienda que cumplan con la Norma Técnica Peruana: ITINTEC 399-002, en la que indica lo siguiente:						
	La tubería es de Policloruro de Vinilo (PVC).						

DISEÑO DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

TESIS : "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCAMELICA – 2025"

SUB PROYECTO: SISTEMA DE AGUA POTABLE

LOCALIDAD : Santa Cruz de Ila

PROVINCIA: Tayacaja

DISTRITO : Pazos

REGIÓN: Huancavelica

I.- MARCO TEÓRICO

Para el calculo del diámetro de la tuberías de conducción se emplearan el método de Hazen y William donde:

$$\alpha = \frac{1.72 \times 10^3}{C^{1.85} \times D^{4.87}}$$

α : Coeficiente del diámetro

C : Coeficiente de rugosidad del material de la tubería

D : Diámetro de la tubería

VERIFICACIÓN DE LA APLICACIÓN DE LA FÓRMULA DE HAZEN Y WILLIAM:

Se debe cumplir:

Tipo de flujo : Turbulento $Re > 2300$

Velocidad < 3 m/seg

Si el flujo es de tipo Laminar entonces usar ecuación de DARCY
Hallando la velocidad media:

$$V = \frac{Q}{A}$$

V : Velocidad media del flujo

Q : Caudal de diseño

A : Área de la sección tubería

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Re : Velocidad media del flujo

V : Caudal de diseño

D : Área de la sección tubería
viscosidad del flujo

CHEQUEANDO PRESIÓN POR PERDIDAS

$$J = \alpha_1 L_{AD} Q^{1.85}$$

Donde: $J < \Delta H$

II.- DATOS INICIALES

Población de Diseño :	(hab) :	884
Total de Lotes y/o viviendas	(Und) :	130
Gasto Máximo Diario	(l/s) :	1.54

III.- CALCULO DE CAUDAL DE LA RED

La cantidad de agua que se consume en una red publica varia continuamente bajo la influencia de las actividades y hábitos de la población, condiciones del clima, costumbres.
La Gasto máximo diario esta en función del Gasto promedio y el coeficiente de mayoración diario (k₂)

$$Q_{mh} = Q_p \cdot k_2$$

$$K_1 = 1.3$$

CUADRO N 23
RESULTADOS DE ANÁLISIS

SISTEMA	GASTO PROMEDIO (l/s)	GASTO ING. RESEV. (l/s)*
S1	1.182	1.536
TOTAL =		1.536

Fuente: Propia

* Representa el consumo diario, que viene a ser la Consumo Promedio multiplicado por el Coeficiente de variación diaria (k₁)

CUADRO 24
DATOS DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN

TRAMO		Q _{neto}	Long.
INICIO	FIN	(m)	(m)
CAP1, PASE 01	J-A	1.536	57.56
J-A	J-B	1.536	54.12
J-B	J-C	1.536	92.95
J-C	PASE 02 INICIO	1.536	45.82
PASE 02 INICIO	PASE 02 FIN	1.536	10.00
PASE 02 FIN	J-D	1.536	18.72
J-D	PASE 03 INICIO	1.536	38.10
PASE 03 INICIO	PASE 03 FIN	1.536	60.93
PASE 03 FIN	J-E	1.536	37.07
J-E	J-F	1.536	49.96

J-F	J-G	1.536	27.67
J-G	CRP TVI-01	1.536	64.76
CRP TVI-01	J-H	1.536	156.46
J-H	PASE 04 INICIO	1.536	34.02
PASE 04 INICIO	PASE 04 FIN	1.536	16.13
PASE 04 FIN	J-I	1.536	42.98
J-I	J-J	1.536	77.15
J-J	CRP TVI-02	1.536	35.54
CRP TVI-02	J-K	1.536	81.38
J-K	J-L	1.536	61.89
J-L	R-01	1.536	73.48
Fuente: propia ver plano de esquema de red			

IV.- CALCULO DE DIÁMETRO

CUADRO 25
CALCULO DE DIÁMETROS

TRAMO	Qdiseño (l/s)	Cota sup (m)	Cota Inf (m)	Longitud (m)	Diam (mm)	Diam (in)	C	ΔH (m)	A (m2)	α	V (m/s)	Re	Re>23,000	hf (m)	Pp (m H2O)	Verific
CAP1, PASE 01 -J-A	1.536	3752.89	3745.12	57.56	50.80	2	140	7.7731	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.80	6.97	oks
J-A -J-B	1.536	3745.12	3742.53	54.12	50.80	2	140	2.5878	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.75	8.81	oks
J-B -J-C	1.536	3742.53	3741.53	92.95	50.80	2	140	1.0061	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.29	8.53	oks
J-C -PASE 02 INICIO	1.536	3741.53	3740.64	45.82	50.80	2	140	0.89	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.64	8.78	oks
PASE 02 INICIO -PASE 02 FIN	1.536	3740.64	3739.97	10.00	50.80	2	125	0.666	0.002	0.008	0.76	38608	OK	0.17	9.28	oks
PASE 02 FIN -J-D	1.536	3739.97	3739.27	18.72	50.80	2	140	0.7042	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.26	9.72	oks
J-D -PASE 03 INICIO	1.536	3739.27	3736.40	38.10	50.80	2	140	2.8708	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.53	12.06	oks
PASE 03 INICIO -PASE 03 FIN	1.536	3736.40	3724.30	60.93	50.80	2	125	12.1	0.002	0.008	0.76	38608	OK	1.04	23.12	oks
PASE 03 FIN -J-E	1.536	3724.30	3720.86	37.07	50.80	2	140	3.4394	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.51	26.04	oks
J-E -J-F	1.536	3720.86	3714.93	49.96	50.80	2	140	5.9229	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.69	31.27	oks
J-F -J-G	1.536	3714.93	3707.16	27.67	50.80	2	140	7.7742	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.38	38.66	oks
J-G -CRP TVI-01	1.536	3707.16	3705.00	64.76	50.80	2	140	2.1585	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.90	39.92	oks
CRP TVI-01 -J-H	1.536	3705.00	3691.88	156.46	50.80	2	140	13.124	0.002	0.006	0.76	38608	OK	2.17	10.95	oks
J-H -PASE 04 INICIO	1.536	3691.88	3690.13	34.02	50.80	2	140	1.7451	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.47	12.23	oks
PASE 04 INICIO -PASE 04 FIN	1.536	3690.13	3689.07	16.13	50.80	2	125	1.06	0.002	0.008	0.76	38608	OK	0.28	13.01	oks
PASE 04 FIN -J-I	1.536	3689.07	3678.56	42.98	50.80	2	140	10.51	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.60	22.92	oks
J-I -J-J	1.536	3678.56	3668.89	77.15	50.80	2	140	9.6724	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.07	31.52	oks
J-J -CRP TVI-02	1.536	3668.89	3655.00	35.54	50.80	2	140	13.889	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.49	44.92	oks

CRP TVI-02 -J-K	1.536	3655.00	3630.76	81.38	50.80	2	140	24.239	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.13	23.11	oks
J-K -J-L	1.536	3630.76	3626.00	61.89	50.80	2	140	4.7608	0.002	0.006	0.76	38608	OK	0.86	27.01	oks
J-L -R-01	1.536	3626.00	3613.79	73.48	50.80	2	140	12.208	0.002	0.006	0.76	38608	OK	1.02	38.20	oks
Fuente: propia ver plano de esquema de red																
obteniendo los valores máximos y mínimos del calculo:																
Min:	0.76			Min:	6.97											
Max:	0.76			Max:	44.92											
V _{mín} =	0.06	✓		P _{mín} =	5	✓										
V _{máx} =	3	✓		P _{máx} =	50	✓										
V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES																
· Las presiones en todos los puntos críticos son menores a 50 m de altura, por lo tanto, se empleara tubería de clase 7.5 ó 5																
· Las velocidades en las tuberías son menores a 3 m/s, cumpliendo el RNE y pudiéndose dar el uso de tuberías de PVC																
· El diámetro a emplear para toda la línea de conducción será de: línea de conducción de 2"																
· No se analizo al las presiones en el Pase Aereo N°03 debido a que se encuentra muy cerca a la CRP-02 y se encuentra en un tramo descendente																
· Para las tuberías se recomienda que cumplan con la Norma Técnica Peruana: ITINTEC 399-002, en la que indica lo siguiente:																
· La tubería es de Policloruro de Vinilo (PVC).																

DISEÑO DE RESERVORIO							
TESIS :	"DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL CERRADO EN EL CENTRO POBLADO DE SANTA CRUZ DE ILA, DISTRITO DE PAZOS, TAYACAJA, HUANCANELICA – 2025"						
SUB PROYECTO:	SISTEMA DE AGUA POTABLE						
LOCALIDAD :	Santa Cruz de Ila	PROVINCIA:	Tayacaja				
DISTRITO :	Pazos	REGIÓN:	Huancavelica				
NORMA OS. 030							
ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO							
POBLACIÓN ACTUAL :	728	HABITANTES					
POBLACIÓN DE DISEÑO :	884	HABITANTES					
CAUDAL PROMEDIO PARA AGUA POTABLE:	1.182	LTS/SEG					
I.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO(reservorio)							
El volumen total de almacenamiento estará conformada por los siguientes elementos.							
$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} = V_{\text{REGUL.}} + V_{\text{INCEN.}} + V_{\text{RESEVA}}$							
<table border="1"> <tr> <td>$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$</td> <td>20.42</td> <td>M3</td> </tr> </table>					$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$	20.42	M3
$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$	20.42	M3					
Considerando el Volumen de Reservorio de almacenamiento redondeado:							
<table border="1"> <tr> <td>$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$</td> <td>22.00</td> <td>M3</td> </tr> </table>					$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$	22.00	M3
$V_{\text{ALMACENAMIENTO}} =$	22.00	M3					
a.- VOLUMEN DE REGULACIÓN:							
El volumen de regulación debería ser calculado con el diagrama masa correspondiente a las variaciones horarias de la demanda.							
Como se carece de la disponibilidad de esta información se esta optando por adoptar el 20% del promedio anual de la demanda como capacidad de regulación ya que el servicio esta calculado para las horas de servicio. (24 horas)							
$V_{\text{REGULACION}} = 0.20 \times Q_{\text{px}} \times 24 \text{ horas de funcionamiento}$							
<table border="1"> <tr> <td>$V_{\text{REGULACION}} =$</td> <td>20.42</td> <td>m3</td> </tr> </table>					$V_{\text{REGULACION}} =$	20.42	m3
$V_{\text{REGULACION}} =$	20.42	m3					
b.- VOLUMEN DE RESERVA:							
El volumen de reserva se justifica con el volumen adicional que se requiera para un abastecimiento de 2 horas							
$V_{\text{reserv.}} = Q_{\text{px}} \times T / 24$							
con: $2 \text{Hr.} < T < 4 \text{hr.}$							
<table border="1"> <tr> <td>$V_{\text{reserv.}} =$</td> <td>0.00</td> <td>m3</td> </tr> </table>					$V_{\text{reserv.}} =$	0.00	m3
$V_{\text{reserv.}} =$	0.00	m3					
c.- VOLUMEN CONTRA INCENDIO							
Población							
<10,000 -----							
10,000-100,000 2 grifos; $T_{\text{min}} = 2 \text{Hr.}$							
>100,000 1 en zona residencial con 2 grifos.							
1 en zona M3							
$T_{\text{min}} = 2 \text{Hr.}$							
<table border="1"> <tr> <td>$V_{\text{INCEN.}} =$</td> <td>0.00</td> <td>m3</td> </tr> </table>					$V_{\text{INCEN.}} =$	0.00	m3
$V_{\text{INCEN.}} =$	0.00	m3					
Pero como la población es menor a 10,000 habitantes no se considera.							
Volumen a Represar :							
<table border="1"> <tr> <td>22.00 m3</td> </tr> </table>					22.00 m3		
22.00 m3							

II.- VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO POR ZONAS

El volumen de almacenamiento será redistribuido en la cantidad de reservorios propuestos y distribuidos de forma proporcional a la cantidad de dotación que abastece cada red.
Del análisis con WaterCad se obtuvo los siguientes valores

CUADRO N 26

PORCENTAJE DE APOORTE POR SISTEMA

RESERVORIO	ELEVACIÓN (m)	Qp/ SISTEMA (l/s)*	% de Aporte
R-1	3,613.79	1.182	100.0%
TOTAL =		1.182	100.0%

Fuente: Propia

* Representa el consumo horario, que viene a ser la Consumo Promedio multiplicado por el Coeficiente de variación horaria

Teniendo el porcentaje de aporte de cada sistema se determina el volumen parcial de cada reservorio

CUADRO 27

DISTRIBUCIÓN DE VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO

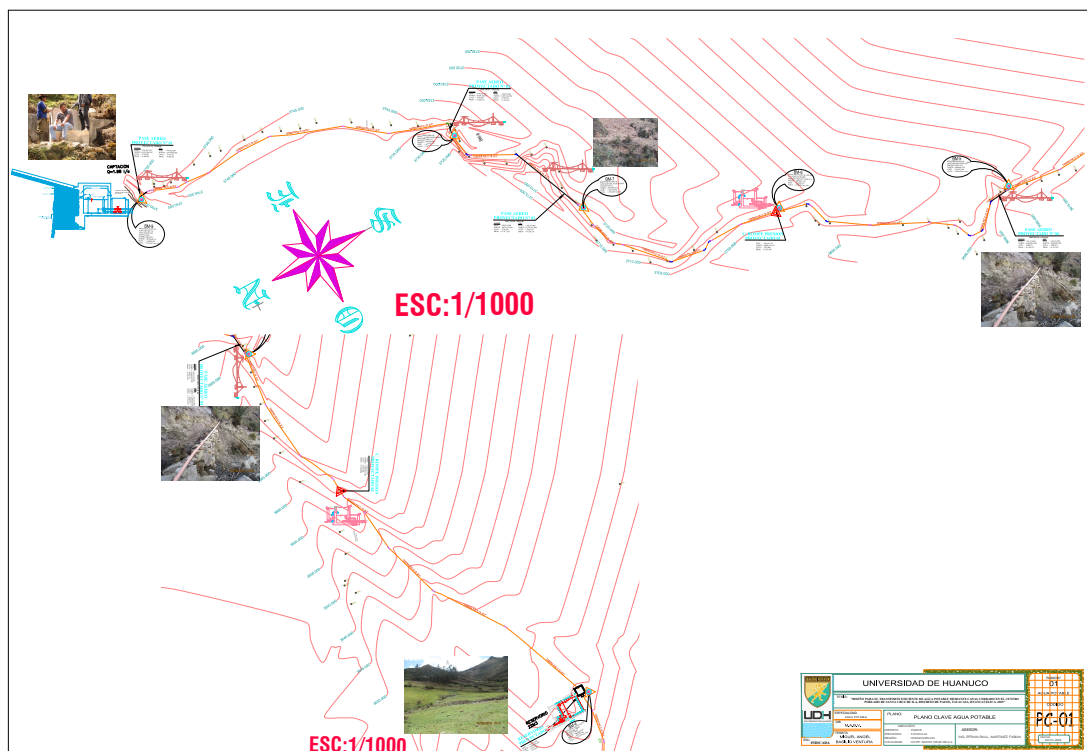
	Reserv.	% de Aporte	Vol. Neto	Vol. Prop.	
Sistema 1:	R1	100.0%	22.0	22	✓
		1	22.0	22.0	

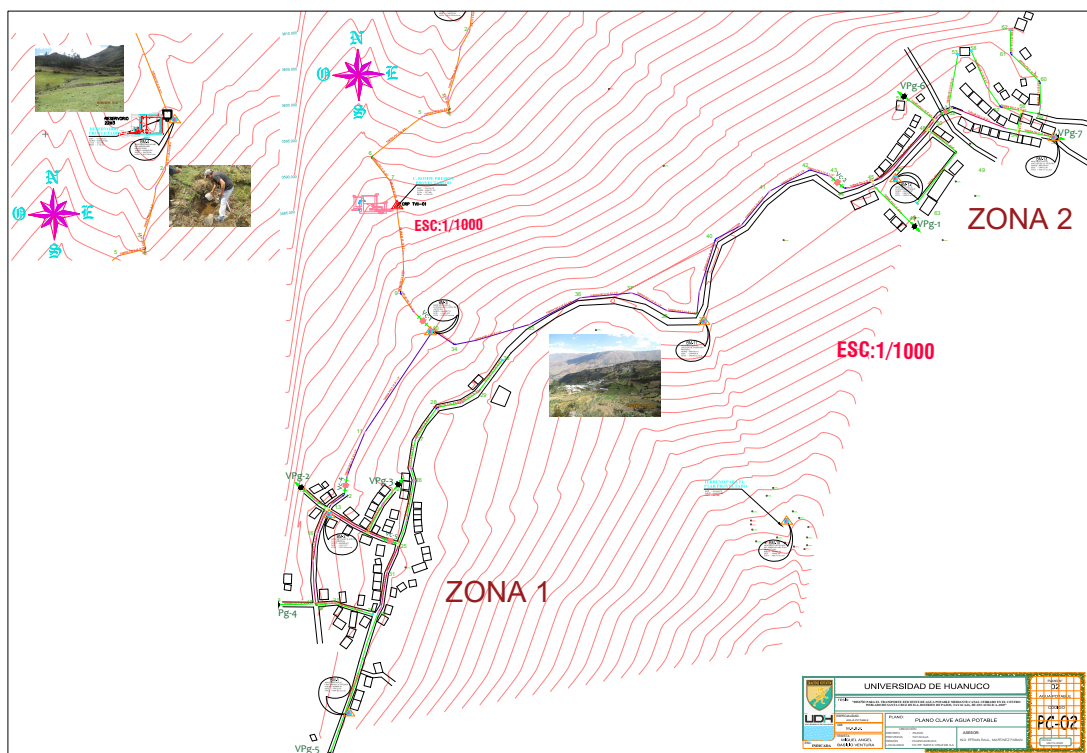
III.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El volumen de Almacenamiento del reservorio 01 será de 22 m³ respectivamente
- El diseño fuerealizada para una poblacion de 884 hab

ANEXO N° 06

PLANOS

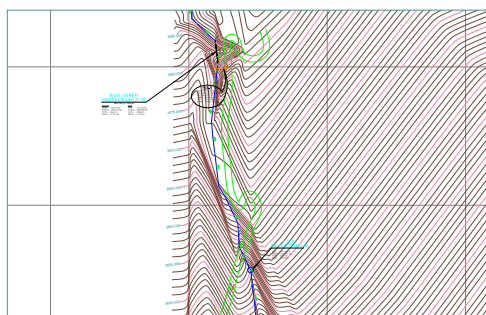




[illegible]

PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1200

FERFIL
Escala: 1/1200

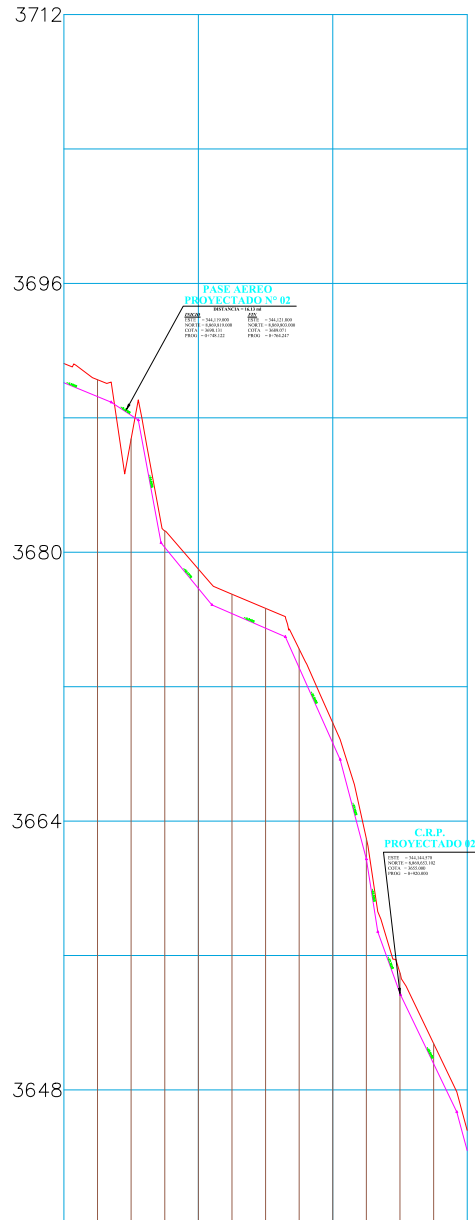


PLANO DE LA PLANTA DEL SISTEMA DE LINEA DE CONDUCCION Y ADUCCION

Escala: 1/1000

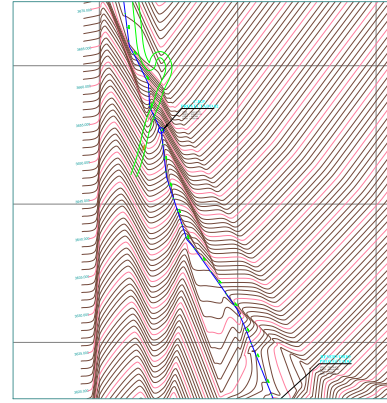
[illegible]

LINEA DE CONDUCCION



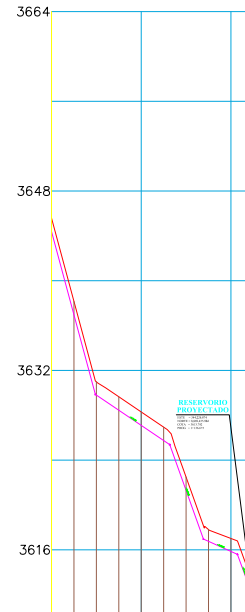
COTA TERRENO	3691.23	3690.27	3686.75	3681.28	3679.00	3677.50	3676.66	3674.24	3669.85	3662.94	3654.96	3650.77	3645.58
COTA TUBERIA	3690.086	3689.264	3688.150	3686.288	3677.853	3676.351	3675.481	3673.122	3668.644	3661.739	3653.746	3649.552	3644.354
PROGRESIVA	0+720	0+760	0+800	0+840	0+880	0+920	0+960						
TIPO DE SUELOS	ROCA SUELTA						ROCA FIJA						

PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/1000



**PLANO DE LA PLANTA DEL SISTEMA
DE LINEA DE CONDUCCION Y ADUCCION**
Escala: 1/1000

LINEA DE CONDUCCION



COTA TERRENO	3645.91	3638.15	3630.98	3628.65	3628.39	3626.84	3622.49	3612.81	3611.01	3613.79
COTA TUBERIA	3644.354	3637.294	3630.085	3627.098	3625.717	3621.992	3616.254	3613.502	3611.592	
PROGRESIVA	1+000	1+040	1+080	1+120						
TIPO DE SUELO	R.FIJA					ROCA SUELTA				

PERFIL LONGITUDINAL
Escala: 1/750

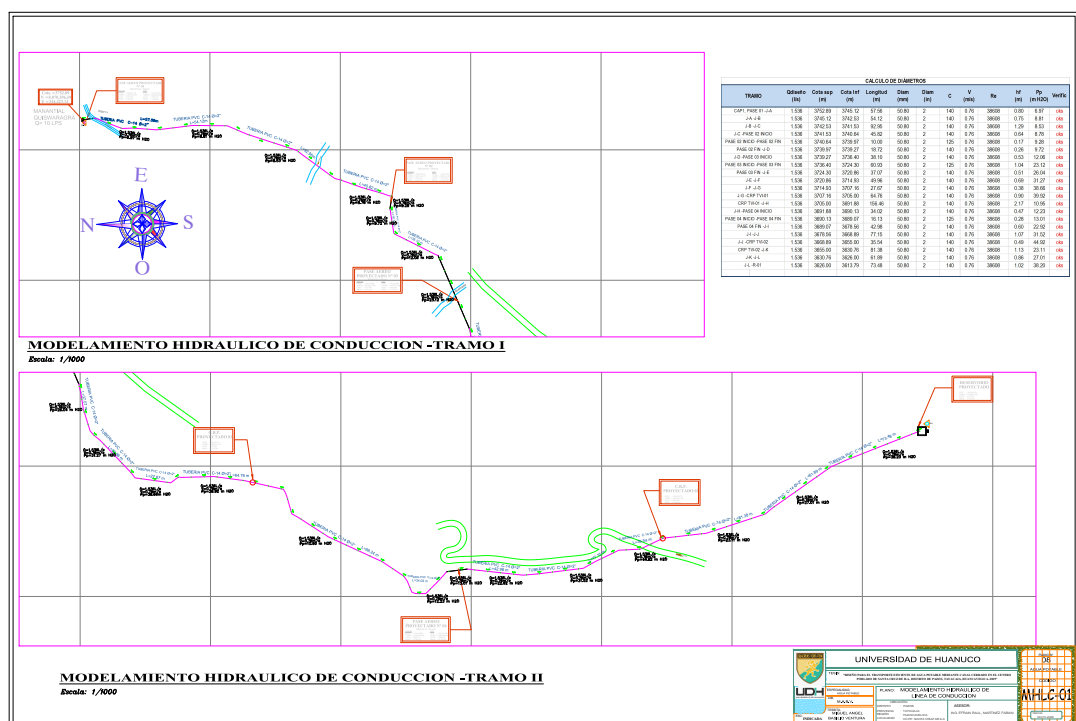
UNIVERSIDAD DE HUANUCO		DS	
TÍTULO: "DISEÑO DEL TRASMISOR DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y ADUCCIÓN DEL AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE HUANUCO"			
ESPECIALIDAD: INGENIERÍA CIVIL	PLANO: PLANO DE PERFIL - LINEA DE CONDUCCION	PLC-03	
MAESTRO: MARIANO	PROYECTISTA: MARIANO	ASESOR: MARIANO	
REVISOR: MARIANO	PROYECTISTA: MARIANO	ASESOR: MARIANO	
PROYECTISTA: MARIANO	PROYECTISTA: MARIANO	ASESOR: MARIANO	

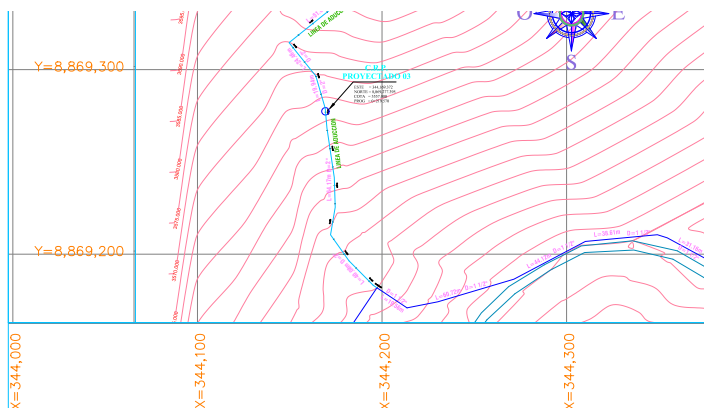
COTA TERRENO	3011.547	3013.44	3015.34	3017.24	3019.14	3021.04	3022.94	3024.84	3026.74	3028.64	3030.54	3032.44	3034.34	3036.19	3038.04	3039.89	3041.74	3043.59	3045.44	3047.29	3049.14	3050.99	3052.84	3054.69	3056.54	3058.39	3060.24	3062.09	3063.94	3065.79	3067.64	3069.49	3071.34	3073.19	3075.04	3076.89	3078.74	3080.59	3082.44	3084.29	3086.14	3087.99	3089.84	3091.69	3093.54	3095.39	3097.24	3099.09	3100.94	3102.79	3104.64	3106.49	3108.34	3110.19	3112.04	3113.89	3115.74	3117.59	3119.44	3121.29	3123.14	3124.99	3126.84	3128.69	3130.54	3132.39	3134.24	3136.09	3137.94	3139.79	3141.64	3143.49	3145.34	3147.19	3149.04	3150.89	3152.74	3154.59	3156.44	3158.29	3160.14	3161.99	3163.84	3165.69	3167.54	3169.39	3171.24	3173.09	3174.94	3176.79	3178.64	3180.49	3182.34	3184.19	3186.04	3187.89	3189.74	3191.59	3193.44	3195.29	3197.14	3198.99	3200.84	3202.69	3204.54	3206.39	3208.24	3210.09	3211.94	3213.79	3215.64	3217.49	3219.34	3221.19	3223.04	3224.89	3226.74	3228.59	3230.44	3232.29	3234.14	3235.99	3237.84	3239.69	3241.54	3243.39	3245.24	3247.09	3248.94	3250.79	3252.64	3254.49	3256.34	3258.19	3260.04	3261.89	3263.74	3265.59	3267.44	3269.29	3271.14	3272.99	3274.84	3276.69	3278.54	3280.39	3282.24	3284.09	3285.94	3287.79	3289.64	3291.49	3293.34	3295.19	3297.04	3298.89	3300.74	3302.59	3304.44	3306.29	3308.14	3310.09	3311.94	3313.79	3315.64	3317.49	3319.34	3321.19	3323.04	3324.89	3326.74	3328.59	3330.44	3332.29	3334.14	3335.99	3337.84	3339.69	3341.54	3343.39	3345.24	3347.09	3348.94	3350.79	3352.64	3354.49	3356.34	3358.19	3360.04	3361.89	3363.74	3365.59	3367.44	3369.29	3371.14	3372.99	3374.84	3376.69	3378.54	3380.39	3382.24	3384.09	3385.94	3387.79	3389.64	3391.49	3393.34	3395.19	3397.04	3398.89	3400.74	3402.59	3404.44	3406.29	3408.14	3410.09	3411.94	3413.79	3415.64	3417.49	3419.34	3421.19	3423.04	3424.89	3426.74	3428.59	3430.44	3432.29	3434.14	3435.99	3437.84	3439.69	3441.54	3443.39	3445.24	3447.09	3448.94	3450.79	3452.64	3454.49	3456.34	3458.19	3460.04	3461.89	3463.74	3465.59	3467.44	3469.29	3471.14	3472.99	3474.84	3476.69	3478.54	3480.39	3482.24	3484.09	3485.94	3487.79	3489.64	3491.49	3493.34	3495.19	3497.04	3498.89	3500.74	3502.59	3504.44	3506.29	3508.14	3510.09	3511.94	3513.79	3515.64	3517.49	3519.34	3521.19	3523.04	3524.89	3526.74	3528.59	3530.44	3532.29	3534.14	3535.99	3537.84	3539.69	3541.54	3543.39	3545.24	3547.09	3548.94	3550.79	3552.64	3554.49	3556.34	3558.19	3560.04	3561.89	3563.74	3565.59	3567.44	3569.29	3571.14	3572.99	3574.84	3576.69	3578.54	3580.39	3582.24	3584.09	3585.94	3587.79	3589.64	3591.49	3593.34	3595.19	3597.04	3598.89	3600.74	3602.59	3604.44	3606.29	3608.14	3610.09	3611.94	3613.79	3615.64	3617.49	3619.34	3621.19	3623.04	3624.89	3626.74	3628.59	3630.44	3632.29	3634.14	3635.99	3637.84	3639.69	3641.54	3643.39	3645.24	3647.09	3648.94	3650.79	3652.64	3654.49	3656.34	3658.19	3660.04	3661.89	3663.74	3665.59	3667.44	3669.29	3671.14	3672.99	3674.84	3676.69	3678.54	3680.39	3682.24	3684.09	3685.94	3687.79	3689.64	3691.49	3693.34	3695.19	3697.04	3698.89	3700.74	3702.59	3704.44	3706.29	3708.14	3710.09	3711.94	3713.79	3715.64	3717.49	3719.34	3721.19	3723.04	3724.89	3726.74	3728.59	3730.44	3732.29	3734.14	3735.99	3737.84	3739.69	3741.54	3743.39	3745.24	3747.09	3748.94	3750.79	3752.64	3754.49	3756.34	3758.19	3760.04	3761.89	3763.74	3765.59	3767.44	3769.29	3771.14	3772.99	3774.84	3776.69	3778.54	3780.39	3782.24	3784.09	3785.94	3787.79	3789.64	3791.49	3793.34	3795.19	3797.04	3798.89	3800.74	3802.59	3804.44	3806.29	3808.14	3810.09	3811.94	3813.79	3815.64	3817.49	3819.34	3821.19	3823.04	3824.89	3826.74	3828.59	3830.44	3832.29	3834.14	3835.99	3837.84	3839.69	3841.54	3843.39	3845.24	3847.09	3848.94	3850.79	3852.64	3854.49	3856.34	3858.19	3860.04	3861.89	3863.74	3865.59	3867.44	3869.29	3871.14	3872.99	3874.84	3876.69	3878.54	3880.39	3882.24	3884.09	3885.94	3887.79	3889.64	3891.49	3893.34	3895.19	3897.04	3898.89	3900.74	3902.59	3904.44	3906.29	3908.14	3910.09	3911.94	3913.79	3915.64	3917.49	3919.34	3921.19	3923.04	3924.89	3926.74	3928.59	3930.44	3932.29	3934.14	3935.99	3937.84	3939.69	3941.54	3943.39	3945.24	3947.09	3948.94	3950.79	3952.64	3954.49	3956.34	3958.19	3960.04	3961.89	3963.74	3965.59	3967.44	3969.29	3971.14	3972.99	3974.84	3976.69	3978.54	3980.39	3982.24	3984.09	3985.94	3987.79	3989.64	3991.49	3993.34	3995.19	3997.04	3998.89	4000.74
COTA TUBERIA	3011.547	3013.44	3015.34	3017.24	3019.14	3021.04	3022.94	3024.84	3026.74	3028.64	3030.54	3032.44	3034.34	3036.19	3038.04	3039.89	3041.74	3043.59	3045.44	3047.29	3049.14	3050.99	3052.84	3054.69	3056.54	3058.39	3060.24	3062.09	3063.94	3065.79	3067.64	3069.49	3071.34	3073.19	3075.04	3076.89	3078.74	3080.59	3082.44	3084.29	3086.14	3087.99	3089.84	3091.69	3093.54	3095.39	3097.24	3099.09	3100.94	3102.79	3104.64	3106.49	3108.34	3110.19	3112.04	3113.89	3115.74	3117.59	3119.44	3121.29	3123.14	3124.99	3126.84	3128.69	3130.54	3132.39	3134.24	3136.09	3137.94	3139.79	3141.64	3143.49	3145.34	3147.19	3149.04	3150.89	3152.74	3154.59	3156.44	3158.29	3160.14	3161.99	3163.84	3165.69	3167.54	3169.39	3171.24	3173.09	3174.94	3176.79	3178.64	3180.49	3182.34	3184.19	3186.04	3187.89	3189.74	3191.59	3193.44	3195.29	3197.14	3198.99	3200.84	3202.69	3204.54	3206.39	3208.24	3210.09	3211.94	3213.79	3215.64	3217.49	3219.34	3221.19	3223.04	3224.89	3226.74	3228.59	3230.44	3232.29	3234.14	3235.99	3237.84	3239.69	3241.54	3243.39	3245.24	3247.09	3248.94	3250.79	3252.64	3254.49	3256.34	3258.19	3260.04	3261.89	3263.74	3265.59	3267.44	3269.29	3271.14	3272.99	3274.84	3276.69	3278.54	3280.39	3282.24	3284.09	3285.94	3287.79	3289.64	3291.49	3293.34	3295.19	3297.04	3298.89	3300.74	3302.59	3304.44	3306.29	3308.14	3310.09	3311.94	3313.79	3315.64	3317.49	3319.34	3321.19	3323.04	3324.89	3326.74	3328.59	3330.44	3332.29	3334.14	3335.99	3337.84	3339.69	3341.54	3343.39	3345.24	3347.09	3348.94	3350.79	3352.64	3354.49	3356.34	3358.19	3360.04	3361.89	3363.74	3365.59	3367.44	3369.29	3371.14	3372.99	3374.84	3376.69	3378.54	3380.39	3382.24	3384.09	3385.94	3387.79	3389.64	3391.49	3393.34	3395.19	3397.04	3398.89	3400.74	3402.59	3404.44	3406.29	3408.14	3410.09	3411.94	3413.79	3415.64	3417.49	3419.34	3421.19	3423.04	3424.89	3426.74	3428.59	3430.44	3432.29	3434.14	3435.99	3437.84	3439.69	3441.54	3443.39	3445.24	3447.09	3448.94	3450.79	3452.64	3454.49	3456.34	3458.19	3460.04	3461.89	3463.74	3465.59	3467.44	3469.29	3471.14	3472.99	3474.84	3476.69	3478.54	3480.39	3482.24	3484.09	3485.94	3487.79	3489.64	3491.49	3493.34	3495.19	3497.04	3498.89	3500.74	3502.59	3504.44	3506.29	3508.14	3510.09	3511.94	3513.79	3515.64	3517.49	3519.34	3521.19	3523.04	3524.89	3526.74	3528.59	3530.44	3532.29	3534.14	3535.99	3537.84	3539.69	3541.54	3543.39	3545.24	3547.09	3548.94	3550.79	3552.64	3554.49	3556.34	3558.19	3560.04	3561.89	3563.74	3565.59	3567.44	3569.29	3571.14	3572.99	3574.84	3576.69	3578.54	3580.39	3582.24	3584.09	3585.94	3587.79	3589.64	3591.49	3593.34	3595.19	3597.04	3598.89	3600.74	3602.59	3604.44	3606.29	3608.14	3610.09	3611.94	3613.79	3615.64	3617.49	3619.34	3621.19	3623.04	3624.89	3626.74	3628.59	3630.44	3632.29	3634.14	3635.99	3637.84	3639.69	3641.54	3643.39	3645.24	3647.09	3648.94	3650.79	3652.64	3654.49	3656.34	3658.19	3660.04	3661.89	3663.74	3665.59	3667.44	3669.29	3671.14	3672.99	3674.84	3676.69	3678.54	3680.39	3682.24	3684.09	3685.94	3687.79	3689.64	3691.49	3693.34	3695.19	3697.04	3698.89	3700.74	3702.59	3704.44	3706.29	3708.14	3710.09	3711.94	3713.79	3715.64	3717.49	3719.34	3721.19	3723.04	3724.89	3726.74	3728.59	3730.44	3732.29	3734.14	3735.99	3737.84	3739.69	3741.54	3743.39	3745.24	3747.09	3748.94	3750.79	3752.64	3754.49	3756.34	3758.19	3760.04	3761.89	3763.74	3765.59	3767.44	3769.29	3771.14	3772.99	3774.84	3776.69	3778.54	3780.39	3782.24	3784.09	3785.94	3787.79	3789.64	3791.49	3793.34	3795.19	3797.04	3798.89	3800.74	3802.59	3804.44	3806.29	3808.14	3810.09	3811.94	3813.79	3815.64	3817.49	3819.34	3821.19	3823.04	3824.89	3826.74	3828.59	3830.44	3832.29	3834.14	3835.99	3837.84	3839.69	3841.54	3843.39	3845.24	3847.09	3848.94	3850.79	3852.64	3854.49	3856.34	3858.19	3860.04	3861.89	3863.74	3865.59	3867.44	3869.29	3871.14	3872.99	3874.84	3876.69	3878.54	3880.39	3882.24	3884.09	3885.94	3887.79	3889.64	3891.49	3893.34	3895.19	3897.04	3898.89	3900.74	3902.59	3904.44	3906.29	3908.14	3910.09	3911.94	3913.79	3915.64	3917.49	3919.34	3921.19	3923.04	3924.89	3926.7																																								

A topographic map showing contour lines and a red line. The map is oriented with North at the top. A red line starts at a blue square marker labeled 'L' and extends downwards and to the left, following a path that crosses several contour lines. A blue line is also visible, starting from the red line and extending towards the bottom right. The map includes a grid of latitude and longitude lines.

[illegible]





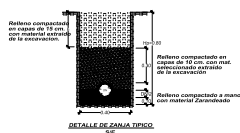


PLANO DE ADUCCION

ESC. 1:1000

CUADRO 22
VERIFICACIÓN DE VELOCIDADES EN LA RED

Tubería	Longitud m	Díámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-1	40.29	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-2	54.26	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-3	9.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-4	21.32	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-5	51.09	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-6	24.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-7	19.94	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-8	64.17	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-9	40.08	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!

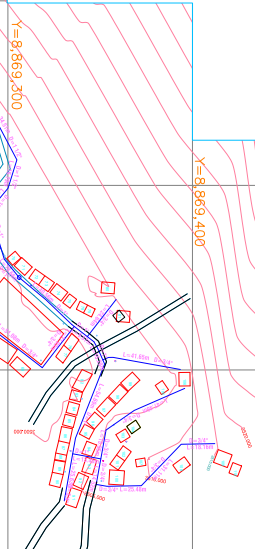


UNIVERSIDAD DE HUANUCO		LA-01
TÍTULO: "ANEXO PARA EL TRANSPORTE EXTERNO DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANALIZACIONES EN LA ZONA DE BARRIO DE SANTA CRUZ DE LA UNIVERSIDAD DE HUANUCO, TUBO DE 10 CM. DE DIÁMETRO Y 1.1700 m/s DE VELOCIDAD."		
APROBADO POR: MED. ANGEL INGENIERO EN INGENIERIA	PLANO: LINEA DE ADUCCION DISEÑADO POR: MED. ANGEL INGENIERO EN INGENIERIA	ASesor: MED. ANGEL INGENIERO EN INGENIERIA

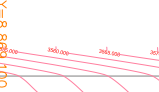
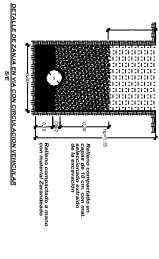
CUADRO 22
VERIFICACION DE VELOCIDADES EN LA RED

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-25	33.95	3/4	150	0.0849	0.3000	ok!!!
P-27	28.90	3/4	150	0.0837	0.2200	ok!!!
P-28	35.39	3/4	150	0.0837	0.2200	ok!!!
P-29	31.31	3/4	150	0.0837	0.2200	ok!!!
P-30	20.75	1	150	0.4614	0.9500	ok!!!
P-31	13.21	3/4	150	0.3389	0.8500	ok!!!
P-32	19.56	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-33	19.56	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-34	19.56	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-35	44.12	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-36	38.61	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-37	31.16	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-38	22.78	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-39	58.14	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-40	58.14	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-41	34.51	1 1/2	150	1.0472	0.9200	ok!!!
P-42	16.79	1 1/2	150	1.0472	2.0700	ok!!!
P-43	14.44	1	150	1.0472	2.0700	ok!!!
P-44	21.54	3/4	150	0.0837	0.2200	ok!!!
P-45	41.99	3/4	150	0.0837	0.2200	ok!!!

Y=8,869,400



Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-1	40.29	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-2	54.26	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-3	8.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-4	21.52	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-5	13.12	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-6	24.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-7	18.54	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-8	64.17	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-9	40.08	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-10	45.31	1 1/2	150	1.3168	1.1600	ok!!!
P-11	50.31	1 1/2	150	1.3168	1.1600	ok!!!
P-12	15.34	1 1/2	150	1.3168	1.1600	ok!!!
P-13	2.37	1 1/2	150	1.2008	1.0800	ok!!!
P-14	24.30	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-15	54.58	1	150	0.1517	0.3000	ok!!!
P-16	54.58	3/4	150	0.1467	0.1500	ok!!!
P-17	2.09	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-18	24.69	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-19	14.59	3/4	150	0.1467	0.1500	ok!!!
P-20	30.53	3/4	150	0.1275	0.6500	ok!!!
P-21	38.89	3/4	150	0.1275	0.6500	ok!!!
P-22	24.83	1	150	0.8272	1.6300	ok!!!
P-23	51.11	3/4	150	0.3186	1.1200	ok!!!



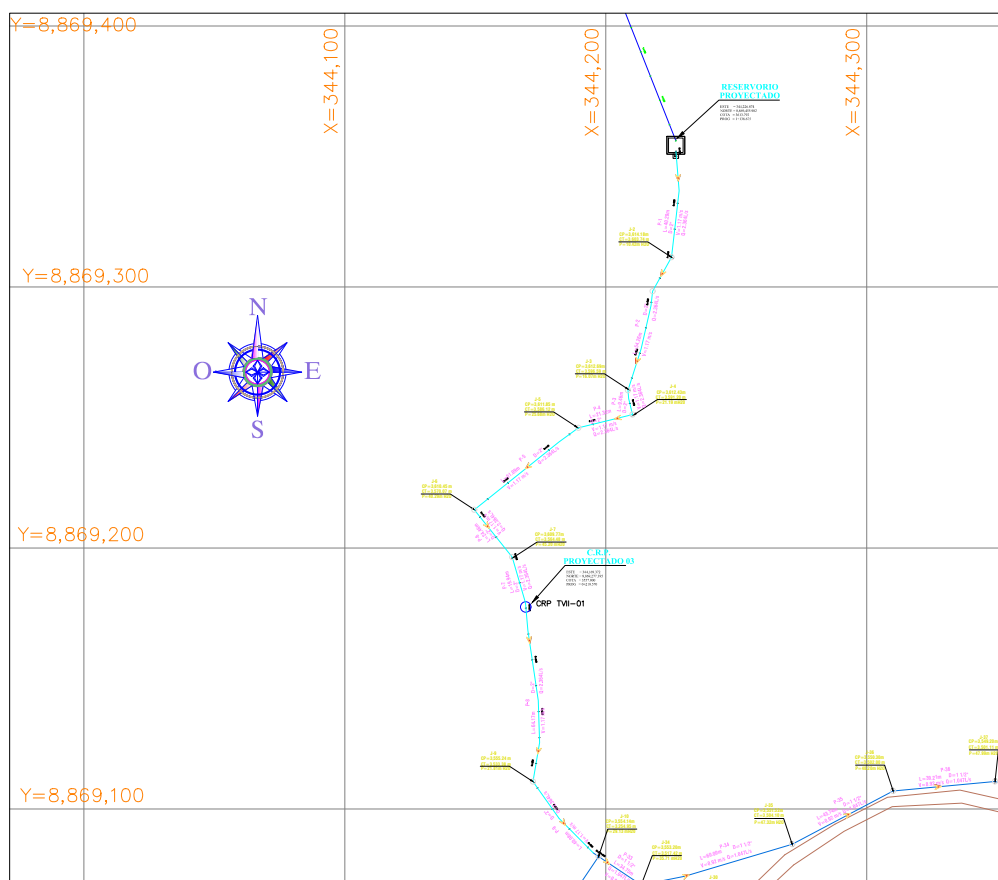
CUADRO 22
VERIFICACION DE VELOCIDADES EN LA RED

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-46	18.66	1	150	0.9410	1.8600	ok!!!
P-47	40.56	1	150	0.8865	1.7700	ok!!!
P-48	27.93	3/4	150	0.1126	0.4000	ok!!!
P-49	9.57	1	150	0.6197	1.3400	ok!!!
P-50	24.64	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-51	15.28	3/4	150	0.6196	0.2200	ok!!!
P-52	47.45	3/4	150	0.6196	0.2200	ok!!!
P-53	54.69	1	150	0.1275	1.1300	ok!!!
P-54	25.63	3/4	150	0.1275	0.4500	ok!!!
P-55	13.46	1	150	0.2123	0.4200	ok!!!
P-56	15.95	1	150	0.0849	0.2000	ok!!!
P-57	47.46	3/4	150	0.0617	0.2000	ok!!!
P-58	14.52	1	150	0.1274	0.4500	ok!!!
P-59	29.48	3/4	150	0.1052	0.2100	ok!!!
P-60	31.16	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-61	31.16	3/4	150	0.0425	0.1500	ok!!!
P-62	51.08	3/4	150	0.0771	0.2500	ok!!!

PLANO DE DISTRIBUCION
ESC. 1:1000



UNIVERSIDAD DE HUANO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
PLAN DE DISTRIBUCION
RD-01



CUADRO 22
VERIFICACIÓN DE VELOCIDADES EN LA RED

Tubería	Longitud m	Diámetro (in)	Hazen-Williams C	Caudal (L/s)	Velocidad (m/s)	Observación
P-1	40.29	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-2	54.26	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-3	9.48	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-4	21.32	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-5	51.09	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-6	24.46	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-7	19.94	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-8	64.17	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!
P-9	40.08	2	150	2.3630	1.1700	ok!!!

CUADRO 21
VERIFICACIÓN DE PRESIÓN EN RED

NUDO	Elevación (m)	Demanda (L/s)	Energía (m)	Presión (m H ₂ O)	Observación
J-2	3.603.74	0.0000	3.614.18	10.42	ok!!!
J-3	3.596.59	0.0000	3.612.69	16.07	ok!!!
J-4	3.591.20	0.0000	3.612.43	21.19	ok!!!
J-5	3.588.12	0.0000	3.611.85	25.68	ok!!!
J-6	3.570.07	0.0000	3.610.45	40.29	ok!!!
J-7	3.564.48	0.0000	3.609.77	45.20	ok!!!
J-9	3.533.38	0.0000	3.555.24	21.81	ok!!!

 UNIVERSIDAD DE HUANUCO				PLANO N° 11 AGUA POTABLE CODIGO MHA-01
TÍTULO: "DISEÑO PARA EL TRANSPORTE EFICIENTE DE AGUA POTABLE MEDIANTE CANAL LEBLANO EN EL CENTRO PUEBLANO DE SANTA CRUZ DE LA, DISTRITO DE PÁZOS, TAYACAJA, DE ANAYUELA-2025"				
ESPECIALIDAD: AGUA POTABLE O.R. M.A.B.V. TESIS: MIGUEL ANGEL BASILIO VENTURA ESR: INDICADA	PLANO: PLANO DE MODELAMIENTO HIDRÁULICO DE LÍNEA DE ADUCCIÓN UBICACIÓN: DISTRITO: PÁZOS PROVINCIA: TAYACAJA REGION: HUANCABALLA LOCALIDAD: CC PP. SANTA CRUZ DE LA	ASESOR: ING. EFRAIN RAUL MARTINEZ FABIAN FECHA: MARZO 2025		

