TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

JULIACA - PERÚ

2025

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE : _____
Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR

PRIMER MIEMBRO : _____
Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO : _____
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS : _____
Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN : SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1488-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 11 de noviembre del 2025

VISTO: El expediente **N° 2025 - CU - 10712** presentado por el (la) Bachiller: **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN.**

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO,** quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO,** la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

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

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

RESUELVE:

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

- **Presidente** : Dr. CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
- **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO. – RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

ARTICULO TERCERO . – APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de él (la) bachiller: **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO;** del informe final de la investigación (tesis) titulada: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : miercoles 19 de noviembre del 2025
- **HORA** : 08:00 horas
- **LUGAR** : Aula 306 - FICP

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. OSCAR V. VIANCHE CALLA
DECANO (e)
CIP 127311

Dr. Frisk Wily Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

RESOLUCIÓN DECANAL Nº 789-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 07 de agosto del 2025

VISTO: El expediente N° 2025-CU - 6006 por el señor (a): LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO – N° 618- 2025-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 034- 2025 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental.**

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **MSc. Jesus Esteban Castillo Machaca** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 034- 2025 **aprobando** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES.**

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. OSCAR V. VIAMONTE CALLA
DECANO (e)
CIP. 32730

DIRECTOR

Dr. Fritz Willy Mariani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1253-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 09 de octubre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 011858, presentado el señor (a) **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 1084 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 128-2024 del integrante del comité de investigación **EPISA** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. **Franz Joseph Barahona Perales** de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 128-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO.**

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

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

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO,** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL.**

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

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. ARNALDO YANA TORRES.

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

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

Dr. EDWIN QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790

Dr. Efraín Pardo Silva
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
Interesado (a)

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI HUAÑINGORA, DIS...

TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid:::13016:553778069

Fecha de entrega
6 feb 2026, 11:42 GMT-5

Fecha de descarga
7 feb 2026, 23:13 GMT-5

Nombre del archivo
T036_46876668_T.docx

Tamaño del archivo
22.0 MB

109 páginas

13.851 palabras

78.316 caracteres

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

13% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

11%	Fuentes de Internet
2%	Publicaciones
11%	Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

Metadatos complementarios

Título de la Tesis	
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	46876668
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0008-0206-3124
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	CESAR GUILLERMO CAMARGO NAJAR
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02441152
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821

Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	**País**: Perú **Departamento**: Puno **Provincia:** San Roman **Distrito:** Caracoto **Coordenadas**: **Latitud**:15°27′938″S **Longitud**: 70°34′174″O **URL Maps:** https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1pWF_eGDCF2GkLCcWykMia6FP6VWuYyo&usp=sharing 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 – Noviembre 2025
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html- Librería	**Ingeniería ambiental** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 **Ciencias del medio ambiente** https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#1.05.08

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS DIRECTOR JULIACA
UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ" FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. César G. Camargo Nájar
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo LUCKI VLADIMIR FLORES TUYRO, identificado con DNI Nro. 46876668, en mi condición de egresado de:

☒ **Escuela Profesional**

☐ **Programa de Segunda Especialidad,**

☐ **Programa de Maestría o Doctorado**

"INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL"

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

" EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMAN, PUNO "

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

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

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

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

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

Juliaca 11 **de** DICIEMBRE **del** 2025

Firma del Asesor

Firma del Estudiante

Huella

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

DEDICATORIA

A mi progenitora, Rosa Tuyro Quispe, por ser mi pilar, mi ejemplo y la razón principal de mi esfuerzo.

A mis abuelos, Raúl Flores Ríos y Carmen Rosa Miranda Chávez, que, aunque ya partieron de esta vida, su amor y enseñanzas permanecen conmigo.

Este triunfo también les pertenece, porque gran parte de lo que soy se lo debo a ustedes.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

AGRADECIMIENTO

Expreso mi gratitud a la divinidad por brindarme la fortaleza y perseverancia imprescindibles para finalizar esta fase fundamental.

A mi matriarca, Rosa Tuyro Quispe, por su amor inquebrantable, respaldo incesante y abnegación que posibilitaron este éxito. Su modelo de tenacidad y entrega ha sido el pilar de mi educación.

A la familia Mamani Ccama, quienes me brindaron su respaldo y cariño en los instantes en que más lo requerí, convirtiéndose en un pilar fundamental durante este proceso.

De manera muy especial, expreso mi sincero agradecimiento a Milagros Yessica Mamani Ccama, por creer siempre en mí, motivarme y escoltar en cada paso de esta vía, recordándome la importancia de la confianza y la perseverancia.

Finalmente, agradezco a mis docentes y a la institución que me formó, por distribuir sus conocimientos y guiarme en mi desarrollo experto y personal.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....iii
AGRADECIMIENTO iv
ÍNDICE GENERAL..... v
ÍNDICE DE TABLAS ix
ÍNDICE DE FIGURAS x
RESUMEN xiv
ABSTRAC xv
INTRODUCCIÓN xvi

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA..... 1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.2.1. Problema General 2
1.2.2. Problema Específico 2
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.3.1. Justificación Técnica 3
1.3.2. Justificación Social..... 3
1.3.3. Justificación Ambiental 3
1.4. OBJETIVOS..... 4
1.4.1. Objetivo General 4
1.4.2. Objetivos Específicos..... 4
1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS..... 4
1.5.1. Hipótesis General..... 4
1.5.2. Hipótesis Específicas 4

1.6. VARIABLES E INDICADORES 5

1.6.1. Variable Independiente 5

1.6.2. Variable Dependiente 5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES 6

2.1.1 Antecedentes Internacionales 6

2.1.2 Antecedentes Nacionales 8

2.1.3 Antecedentes Locales 10

2.2 MARCO TEÓRICO 12

2.2.1 Proyecto y parámetros básicos en zonas rurales 12

2.2.2 Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable 16

2.2.3 Niveles de servicio 25

2.2.4 Tratamiento de agua para consumo humano 26

2.2.5 Estudios base para el diseño 27

2.2.6 Periodo de diseño 29

2.2.7 Población beneficiada 29

2.2.8 Población futura 30

2.2.9 Sistema de redes abierto o ramificado 31

2.2.10 Sistema cerrado 32

2.2.11 Disposición de las válvulas de seccionamiento en la red 33

2.2.12 Ubicación de las válvulas de admisión y expulsión de aire y desagüe 33

2.2.13 Selección del material de las tuberías 33

2.3 MARCO CONCEPTUAL 34

2.3.1 Abastecimiento de agua potable 34
2.3.2 Agua potable (agua para consumo humano) 34
2.3.3 Capacidad de tratamiento del agua potable 34
2.3.4 Continuidad del servicio de agua potable 35
2.3.5 Control de calidad del agua potable 35
2.3.6 Golpe de ariete 35
2.3.7 Norma de calidad 35
2.3.8 Demanda del servicio de agua potable 35
2.3.9 Dotación del agua potable 36
2.3.10 Pérdida de agua en el sistema de abastecimiento 36
2.3.11 Pérdida de agua en el sistema de distribución 36
2.3.12 Reservorio 36
2.3.13 Red secundaria 36
2.3.14 Presión 37

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA 38
3.1.1. Análisis y Diseño 38
3.1.2. Análisis y Cálculos. 39
3.1.3. Análisis y Cálculo del Diseño 39
3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 39
3.2.1. Enfoque de investigación. 39
3.2.2. Nivel de Investigación. 39
3.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE ANÁLISIS DE VARIABLES 40

3.3.1. Metodología de Análisis de Variables 40
3.3.2. Método de la Investigación 40
3.3.3. Metodología del Estudio 40
3.3.4. Población 44
3.3.5. Muestra 45
3.3.6. Fisiografía y Clima 46
3.3.7. Ubicación 47
3.3.8. Rutas y Accesos 48

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE DATOS 49
4.2. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE 49
4.2.1. Población actual 50
4.2.2. Dotación 50
4.2.3. Coeficientes de variaciones de consumo 50
4.2.4. Comportamiento Hidráulico 51
4.2.5. Consumos en la red de distribución 54
4.3. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA 54
4.4. MODELACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN 55
4.5. RESULTADOS 69
CONCLUSIONES 72
RECOMENDACIONES 74
BIBLIOGRAFÍA 75
ANEXOS 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Dotación de agua en litros por habitante por día 13

Tabla 2 Periodo de diseño..... 15

Tabla 3 Ventajas y desventajas 18

Tabla 4 Ventajas y desventajas 19

Tabla 5 Ventajas y desventajas 20

Tabla 6 Ventajas y desventajas 21

Tabla 7 Ventajas y desventajas 22

Tabla 8 Ventajas y desventajas 23

Tabla 9 Ventajas y desventajas 24

Tabla 10 Ventajas y desventajas 25

Tabla 11 Accesibilidad..... 48

Tabla 12 Dotación diaria por habitante por día. 50

Tabla 13 Pérdida de Carga (tuberías a presión)..... 52

Tabla 14 Rugosidades para Tuberías 52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Sistema de suministro de agua por gravedad no tratada..... 17

Figura 2 Sistema de suministro de agua potable por gravedad con tratamiento 19

Figura 3 Sistema de suministro de agua no tratada mediante bombeo..... 20

Figura 4 Sistema de suministro de agua tratada mediante bombeo..... 21

Figura 5 Recolección de precipitaciones pluviales 22

Figura 6 Protección de manantial 23

Figura 7 Bomba operada a mano 24

Figura 8 Bomba accionada por energía del viento 25

Figura 9 Sistema de Abastecimiento Ramificada 31

Figura 10 Zona de Estudio..... 47

Figura 11 Representación de la red de distribución 55

Figura 12 Situación base del sistema 56

Figura 13 Determinación de coordenadas, caudal por unidad de área y mallas de tuberías para su integración en WaterGEMS..... 56

Figura 14 Modelamiento en el WaterGEMS 57

Figura 15 Exportamos desde Civil 3D en formato DXF la geometría de la red de distribución, las acometidas y las cotas de elevación, entre otros elementos..... 57

Figura 16 Poseemos la extensión DXF, para importar al ArcGIS y establecer ejes y Caudales unitarios..... 58

Figura 17 Carga de archivos en formato DXF que contienen la modelización de la red matriz y las acometidas 58

Figura 18 Determinación de las coordenadas geográficas y el gasto unitario correspondiente a cada conexión domiciliaria..... 59

Figura 19 Por medio del uso de hojas de cálculo de Excel, se efectuó un censo integral de la población beneficiaria, registrando el número de individuos por vivienda y clasificando la información por género y grupos etarios. 59

Figura 20 Se examinó el censo poblacional y el número de residentes que utilizan el sistema de abastecimiento. 60

Figura 21 Asimismo se ejecuta la digitalización para las particularidades de la localidad. 60

Figura 22 Se ejecutó el cálculo correspondiente utilizando datos del área y considerando los parámetros establecidos por la normativa peruana, procediendo con ello a determinar la Demanda. 61

Figura 23 Se realizó la proyección de la demanda hídrica para un horizonte de diseño de 20 años..... 61

Figura 24 Con la información previa, se procesa el informe de consumos unitarios correspondiente a cada unidad habitacional. 62

Figura 25 Con toda la información recopilada, se determina el Caudal Máximo Horario (QMH), parámetro que será exportado al software ArcGIS para su análisis espacial. 62

Figura 26 Interesamos toda la pesquisa anterior al WaterGEMS y ejecutamos el modelamiento. 63

Figura 27 Al ejecutar el software, este genera un mensaje que indica la ausencia de errores durante el procesamiento de la información..... 63

Figura 28 Durante la ejecución del software, se generó una ventana que alerta sobre la presencia de presiones negativas. El programa identificó que en esos puntos específicos no existe suministro adecuado, considerando que el modelo fue elaborado con la configuración actual de tuberías. 64

Figura 29 El modelado hidráulico del sistema existente indica que en el nodo J-42 se presenta una presión negativa de -10 mca, lo que implica la ausencia total de suministro de agua en ese punto. 64

Figura 30 De igual forma, en el nodo J-41 se registra una presión negativa de -9 metros de columna de agua 65

Figura 31 Los nodos J-40, J-16 y J-14 presentan presiones negativas en el rango de -9 a -10 metros de columna de agua 65

Figura 32 Los nodos J-38, J-10, J-11, J-59, J-35, J-36, J-54, J-58, J-59, J-43, J-75, J-53, J-71, J-34, J-70, J-67, J-65 y J-39 ostentan presiones dentro del rango de 1 a 9 m de columna de agua. 66

Figura 33 En el resto de los nodos, las presiones superan los 10 mca, cumpliendo así con el reglamento establecido para valores de presión. 66

Figura 34 Es posible observar los resultados de flujos, donde el software indica la presencia de gastos negativos en varios tramos de la red 67

Figura 35 Se analizaron las presiones en los nodos previamente definidos, identificando la existencia de valores negativos, considerando que el modelo fue configurado según las condiciones reales del sistema 68

Figura 36 Mediante la modificación de diámetros en varios tramos de la red, se consiguió optimizar los niveles de presiones. El aumento de las dimensiones de las tuberías, en concordancia con las características

topográficas del terreno, permitió mejorar el comportamiento hidráulico del sistema. 69

Figura 37 Se ha eliminado la presencia de presiones negativas, observándose una mejora significativa en los niveles de presión en la mayoría de los nodos de la red. 70

Figura 38 En determinados tramos de la red se observa un flujo hidráulicamente ineficiente, con presencia de gastos negativos, por lo que se sugiere la instalación de válvulas reguladoras para optimizar el control de caudales. 71

RESUMEN

El estudio posibilitó un diagnóstico completo de las redes de H2O potable actual y la solución de sus deficiencias. Para ello, se modelará el sistema con el software WaterGEMS, herramienta que permitirá identificar las áreas de la colectividad de Canchi Huañingora que presentan suministro con caudal y presión insuficientes. Una meta adicional consiste en optimizar la red de suministro actual mediante intervenciones de bajo costo y alta eficacia en los sectores identificados como críticos. Es cierto que la condición de existencia de la comunidad guarda una relación directa con los indicadores de presión y la potabilidad del recurso del H2O. Para la ejecución de este análisis, se implementó un fingimiento hidráulico de la conducción y de los sistemas de colocación de H2O de la colectividad de Canchi Huañingora, cuya red de tuberías provee a los domicilios. Mediante el uso de software especializado en hidráulica de redes, se reprodujo digitalmente el funcionamiento de la aducción y de la malla de distribución. Para ejecutar la simulación, se requirió rediseñar integralmente la red de suministro de H2O vigente, con el fin de incorporar pesquisa de campo precisa y construir un banco de datos confiable a partir de los insumos recolectados in situ. Mediante la utilización de los recursos hídricos locales disponibles, específicamente los manantiales, se examinó el desempeño hidráulico de la red de suministro actual de la comunidad. Este análisis permitió detectar insuficiencias, exclusivamente en la configuración de calibres de la tubería de distribución, que generan una caída de presión en los tramos finales del sistema. Posteriormente, se contrastó el sistema construido con el modelo hidráulico simulado, implementando las correcciones necesarias para las anomalías identificadas.

Palabra Clave: Abastecimiento de agua, presion, caudal, continuidad

ABSTRAC

The study enabled a comprehensive diagnosis of the current drinking water networks and the resolution of their deficiencies. To this end, the system will be modeled using WaterGEMS software, a tool that will identify areas of the Canchi Huañingora community with insufficient flow and pressure. An additional goal is to optimize the current supply network through low-cost, high-efficiency interventions in sectors identified as critical. It is true that the community's living conditions are directly related to the pressure and potability indicators of the H2O resource. To carry out this evaluation, a hydraulic simulation of the H2O conveyance and distribution systems of the Canchi Huañingora community was implemented, whose pipe network supplies households. Using specialized network hydraulics software, the operation of the abduction and distribution network was digitally reproduced. To run the simulation, the existing H2O supply network had to be completely reformed in order to incorporate accurate field research and build a reliable database from the inputs collected in situ. Using available local water resources, specifically wellspring, the hydraulic performance of the community's contemporary provision network was examined. This analysis revealed deficiencies exclusively in the configuration of the distribution pipe gauges, which cause a drop in pressure in the final sections of the system. Subsequently, the constructed system was compared with the simulated hydraulic model, and the necessary corrections were made to address the anomalies identified.

Keyword: Water supply, pressure, flow, continuity.

INTRODUCCIÓN

El abasto de H2O dulce garantiza a los individuos una calidad de vida óptima al suplir sus necesidades esenciales conforme a un horizonte de proyecto establecido, considerando el medio del recurso del agua para definir las fuentes de captación. Cuando la red de colocación presenta deficiencias que comprometen la presión, continuidad, calidad y volumen del servicio, se vuelve imperativo evaluar el sistema y formular propuestas correctivas que optimicen su operación. Actualmente, hay una amplia gama de modelos matemáticos y programas informáticos que facilitan la simulación de la conducta de redes de suministro hídrico. Estas herramientas permiten identificar posibles deficiencias en el sistema, lo que posibilita implementar correcciones orientadas a optimizar su desempeño hidráulico.

Para el desarrollo del estudio se emplearon las herramientas AutoCAD Civil 3D, WaterGEMS y ArcGIS. Estas aplicaciones permiten simular hidráulicamente la red de suministro, verificando los niveles de presión reales en el sistema, con la finalidad de optimar los diámetros de las tuberías y garantizar el cumplimiento de los parámetros regulatorios de presión mínima. De manera específica, el software WaterGEMS se empleó para simular hidráulicamente la totalidad del sistema de suministro hay en el área de análisis. El análisis identificó insuficiencias en los niveles de presión, atribuibles a una distribución inadecuada de diámetros en la red. La estrategia de solución consistió en reemplazar tramos críticos con tuberías de mayor diámetro, optimizando así la distribución del recurso hídrico.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. EXPOSICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Actualmente, la urbe de Canchi Huañingora evidencia falencias en su sistema de suministro hídrico, atribuibles primordialmente a un diseño inadecuado de la red de colocación. Esta situación deriva en una merma de presión e intermitencia del servicio, obligando a los habitantes a consumir agua acuífera por medio de pozos no regulados. La ausencia de control sanitario sobre este recurso provoca afecciones en la salubridad pública, manifestándose en enfermedades gastrointestinales y dermatológicas.

Este estudio posee como propósito principal someter la prevalencia de patologías diarréicas de etiología hídrica, mitigar la polución ambiental, resolver las problemáticas de provisión de agua dulce y garantizar los parámetros técnicos para un servicio óptimo y funcional.

Esta iniciativa se ha formulado respondiendo a las demandas ciudadanas y en articulación con el Municipio de Caracoto, por medio de un proceso de concertaciones en la que se priorizó el estudio: " Implementación del Sistema de Abasto de Agua Dulce y Saneamiento Básico en la Localidad de Canchi Huañingora ". La propuesta contempla evaluar el sistema de abastecimiento debido a las deficiencias detectadas durante años de servicio

que solo ha proporcionado agua de manantiales locales sin tratamiento adecuado.

Para avalar la eficacia de las sistemáticas de suministro de H2O dulce, es imperativo cumplir con los estándares de condiciones que aseguren su potabilidad, mantener una continuidad operativa apropiada con presiones óptimas en las redes de colocación, y avalar volúmenes suficientes acordes al consumo per cápita de cada habitante.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la situación actual, las condiciones hidráulicas en el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, frente a la problemática existente de abastecimiento en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto?

1.2.2. Problema Específico

- ✓ ¿Cómo incide el estado real del sistema de agua potable por gravedad de la Comunidad de Canchi Huañingora, en el servicio de agua potable?
- ✓ ¿Cuáles son los motivos por los que el sistema de abastecimiento presenta deficiencias y esto ocasiona conflicto social en la comunidad de Canchi Huañingora?
- ✓ ¿Cómo mejorar y optimizar las condiciones hidráulicas para un eficiente abastecimiento de agua potable a toda la población de la Comunidad de Canchi Huañingora?

1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1. Justificación Técnica

La intermitencia del servicio y las presiones insuficiente en la red de suministro hídrico, ocasionadas por un diseño deficiente, localización inapropiada, dimensionamiento incorrecto de las distribuciones y una red de colocación con líneas impropios, provocan el deterioro prematuro de las tuberías y una asistencia de mala calidad. Para optimizar el funcionamiento y resolver las problemáticas existentes, es imperativo implementar una simulación hidráulica del sistema que permita diagnosticar y minimizar las fallas detectadas, particularmente considerando que las pérdidas técnicas suelen alcanzar porcentajes críticos.

1.3.2. Justificación Social

Garantizar un servicio eficiente de suministro hídrico constituye una prioridad social fundamental. Esto requiere el funcionamiento óptimo de todos los mecanismos del sistema: conducción, captación, acopio y colocación. El proyecto busca optimizar los indicadores de unión y presiones en Canchi Huañingora, mejorando equitativamente la condición de existencia de sus poblaciones. Adicionalmente, el acceso a agua dentro de los LMP reducirá significativamente el suceso de males de comienzo hídrico en la urbe.

1.3.3. Justificación Ambiental

Las infraestructuras hidráulicas y de acueducto se diseñan para ser ambientalmente armónicas, integrándose de manera sostenible con el ecosistema. Aunque a lo largo de la construcción se realizan movimientos de tierra, una vez finalizada la obra el terreno superficial es recuperable para actividades como la agricultura, al quedar las conducciones subterráneas.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar y mejorar las condiciones hidráulicas del sistema de abastecimiento actual de agua potable por gravedad frente a la problemática existente de abastecimiento en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Analizar el comportamiento hidráulico actual de las tuberías del sistema de conducción y distribución en la Comunidad de Canchi Huañingora.
- ✓ Identificar las deficiencias que presenta el sistema de distribución y conducción actual y analizar los motivos que llevaron a un servicio deficiente causando conflicto social.
- ✓ Evaluar y mejorar los parámetros de continuidad, presión y caudales del estado real de la red de distribución de agua potable por gravedad.

1.5. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS

1.5.1. Hipótesis General

La incidencia en los parámetros hidráulicos, de continuidad, presión y caudales serán determinantes en la dotación del agua, del sistema actual de agua potable por gravedad en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- ✓ Se presenta un deficiente servicio de agua potable por la disminución en la capacidad hidráulica, por un defectuoso diseño en los diámetros de las tuberías.

- ✓ La inadecuada distribución de diámetros, en el sistema de agua potable, genera la inestabilidad y caída de presiones en el sistema de la red de distribución en la Comunidad de Canchi Huañingora.
- ✓ Mediante el adecuado uso del programa WaterGEMS, se logrará mejorar la deficiente distribución de presiones y con ello se mejorará la continuidad y se logrará adecuados caudales para el eficiente servicio de suministro de agua potable.

1.6. VARIABLES E INDICADORES

1.6.1. Variable Independiente

- Influencia en los indicadores hidráulicos.

Indicadores

- Diámetro nominal de la tubería.
- Estado actual de las redes de colocación.
- Topografía del sector.
- Clase y material.
- Crecimiento demográfico de la población.
- Calidad de agua.

1.6.2. Variable Dependiente

- Servicio de suministro de agua dulce.

Indicadores

- Presiones en las redes
- Velocidades en las redes de distribución
- Continuidad en el servicio

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Paredes y Ramón (2025), en su estudio llamado "Valoración y análisis del sistema de abasto de H2O dulce de FICA de la UCE", resume: En el presente estudio técnico se realizó la valoración y análisis del sistema de abasto de H2O dulce de la FICA de la UCE, con la finalidad de plantear soluciones efectivas a problemáticas como caudal insuficiente, presiones bajas, fugas, deterioro de conducciones y fallas en el funcionamiento de las sistemáticas de bombeo y las cisternas. Además, se ejecutó un estudio para determinar si el sistema cuenta con la cabida técnica necesaria para suministrar de manera eficiente la petición de la comunidad universitaria, considerando las necesidades específicas de los diversos edificios y espacios que conforman la Facultad. Para el desarrollo del estudio técnico primero fue necesario realizar un levantamiento integral del sistema para conocer el diámetro, estado de las tuberías y sus componentes. Posteriormente se realizó una simulación hidráulica utilizando EPANET 2.0 para verificar el funcionamiento actual del sistema y conocer las causas de los problemas que presenta la red. Posteriormente, se plantearon alternativas para solucionar las

problemáticas identificados y satisfacer las insuficiencias de la comunidad universitaria, considerando la petición de agua dulce de la facultad en las diferentes horas del día. Finalmente, se realizó un análisis de las alternativas y se eligió la más factible para realizar el presupuesto referencial, estudios de precios por unidad, detalles técnicas y términos de referencia que requiere el proyecto para su posterior ejecución.

Espinoza, Perez y Gonazales (2006), en su análisis llamado "Estudios y Optimación de la Red de Distribución de Agua dulce en la población de El Sauce, departamento de León", sintetiza lo siguiente: Esta monografía trata sobre el diagnóstico y la optimización de la red de colocación de H2O para la ingesta humana en la población de El Sauce, jurisdicción de León, ubicada aproximadamente 60 km al noreste de la cabecera departamental. La economía local se sustenta principalmente en los sectores agropecuario y ganadero, complementados con el comercio de otros bienes. La población de esta comunidad enfrenta dificultades en el suministro hídrico, debido a la expansión demográfica que incrementa la exigencia sobre el recurso. Esta situación se agrava porque la infraestructura existente ha excedido su período de vida útil proyectado, al contar con más de tres décadas desde su implementación. A esta problemática se agrega una red de tuberías deteriorada y en precarias condiciones, tanto en los tramos de conducción como de distribución, lo cual se traduce en un servicio deficiente de agua dulce. Este servicio, además de ser de baja calidad, resulta inadecuado y no satisface la petición de los usuarios conectados al sistema. La resolución del déficit de H2O dulce en El Sauce está supeditada principalmente a la accesibilidad de financiamiento y de profesionales calificados, necesarios

para realizar los estudios pertinentes, las valoraciones técnicas y la implementación del proyecto. Para abordar esta problemática, se evaluó una opción de provisión basada en un diagnóstico previo, considerando diversos aspectos condicionantes como:

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Diaz (2024), en su investigación denominado "Diagnóstico y Optimización de la Red de Colocación de H2O Dulce del Centro Poblado Chacapampa, Chadín, Chota 2022" resume: El acceso a un recurso hídrico seguro y de calidad constituye una meta de la agenda de sostenibilidad global y una garantía fundamental para toda persona. La disponibilidad de agua y su integridad son pilares esenciales para la salubridad pública, el progreso económico y la preservación del ecosistema. Constituyen garantías fundamentales que todo gobierno de nuestra nación está obligado a garantizar; no obstante, esta premisa frecuentemente se incumple, como sucede en el Centro Poblado Chacapampa, provincia de Chadín. En esta localidad, la negligencia técnica y administrativa de sus dirigentes ha provocado durante la última década que la red de colocación de agua dulce enfrente graves deficiencias operativas. Motivo por el cual la finalidad de este estudio ha sido diagnosticar y optimizar el sistema integral de provisión de H2O para ingesta humana. El procedimiento metodológico implementado confirmó que el sistema evidencia graves falencias estructurales y en las características del recurso hídrico. Los exámenes de laboratorio detectaron la inexistencia de desinfección clorada y la contaminación con coliformes fecales totales, incumpliendo las normas determinadas en la normativa D.S. N° 031-2010-SA. Adicionalmente, el servicio intermitente de H2O resulta escasa para

envolver las invitaciones de la comunidad. De ahí que se sugiera la instauración de un nuevo sistema de suministro hídrico, compuesto por cinco captaciones de ladera ubicadas en tres sectores diferenciados (EDAC para el sector 1, Captación 01 para el sector 2, y Uñigan, El Suro y La Escuela para el sector 3). Cada unidad contará con su respectivo tanque de almacenamiento y mecanismo de desinfección, con capacidades de 5 m³ para los sectores 1 y 3, y 10 m³ para el sector 2. El recurso hídrico será conducido mediante una red de conducciones construida con tuberías de PVC clase 7.5 y 10, cuyos diámetros oscilarán entre media pulgada y dos pulgadas y media. Como conclusión, la implementación de esta nueva infraestructura asegurará el acceso permanente a agua idónea para la ingesta humana en la comunidad de Chacapampa, distrito de Chadín.

Neira (2024), en su tesis titulada "Valoración de la Sostenibilidad del Servicio de H2O Dulce en la Colectividad Arrayán, La Peca, Provincia de Bagua, Amazonas", resume: El análisis posee como fin examinar y valorar la infraestructura, el desempeño hidráulico y calcular el Índice de Sostenibilidades del Método de H2O Dulce en la Comunidad Arrayán, ubicado en La Peca, Bagua, Amazonas. Materializándose mediante trabajos de campo, investigaciones, toma de mediciones, aplicación de cuestionarios, realización de entrevistas, examen de datos y supervisión in situ de la red de provisión de H2O. En la fase inicial del estudio se procedió al diagnóstico y valoración de la subestructura del sistema de provisión de H2O. Esta se encuentra operativa, aunque no en su total capacidad, ya que evidencia algunas imperfecciones y un cuidado insuficiente. Paralelamente, se realizó el análisis hidráulico de la red, cuyo desempeño es adecuado, pero se

caracteriza por un gasto hídrico desmedido por parte de los usuarios. La determinación del índice de sostenibilidad requirió la implementación de un procedimiento metodológico que se inicia con el diagnóstico del estado del sistema, la administración y el mantenimiento operativo, siguiendo el marco establecido por la metodología PROPILAS y utilizando los instrumentos de registro Nº 01 y 03 de su versión 2008. De acuerdo con este marco metodológico, la evaluación del estado del sistema arroja un puntaje de 3.61, lo que denota condiciones óptimas; la Gestión Administrativa obtiene una calificación de 3.43, indicando un estado regular; mientras que el ítem de Operación y Mantenimiento alcanza 3.75, reflejando un estado favorable. Consecuentemente, el índice de sostenibilidad global resultante es de 3.60, de acuerdo con el marco metodológico aplicado, el sistema se clasifica como sostenible. No obstante, durante la evaluación in situ de la subestructura y el desempeño hidráulico de las sistemáticas de abasto de H2O dulce en Arrayán, se identificaron numerosas deficiencias operativas y un mantenimiento insuficiente de sus componentes. Esta disparidad lleva a concluir que el sistema se halla en un estado de degradación progresiva, por lo que se infiere que la metodología PROPILAS carece de confiabilidad en la actualidad para auditar sistemas de agua.

2.1.3 Antecedentes Locales

Zevallos (2015), en su análisis llamada "Estudio socio comunitario de las redes de suministro de H2O para la ingesta humana en las localidades de Conduriri, Collao, Puno", resume lo siguiente: Este estudio busca efectuar el análisis socioeconómico del estudio de ejecución de la red de abasto de H2O dulce en las localidades de Circa Pampa, San José, Chapi, Catacora,

Tacnapata, Nueva Esperanza de Quilloacota, Conduriri, Phorke y San Salvador de Conduriri. Mediante indicadores cuantitativos y cualitativos se ha constatado que los favores superan los costes de inversión, mantenimiento y operación, por la cual se aconseja la realización del estudio. La cuantificación de los favores se realizó a razón la mengua de gastos en la provisión de H2O, el acrecentamiento en la ingesta hídrica y la disminución de costes en el proceso de males. La DAP por la asistencia de H2O dulce fue estimada aplicando el método de Valoración Contingente sobre una muestra de 131 encuestas, permitiendo determinar el valor financiero que representa para el habitante promedio de Conduriri el acceso al agua entubada cívica. La determinación del DAP se efectuó mediante un modelo econométrico Logit, cuyos resultados indican que el 40.46% de los hogares acepta una tarifa mensual familiar de S/ 3.35. Complementariamente, se incorporó un estudio de amenazas nativas con sus respectivas medidas de mitigación dentro de los costos de capital, asegurando así la perdurabilidad y viabilidad económica de la iniciativa. Términos clave: Gestión del riesgo, Disposición a Pagar (DAP), Evaluación Socioeconómica, Red de Suministro Hídrico, Método de valoración contingente.

Palli (2002), en su estudio llamada "Análisis del rendimiento operativo de la red de abasto de H2O para ingesta humana en Moquegache Central, jurisdicción de Lampa, departamento de Puno", compendia lo siguiente: El suministro hídrico en el sitio de Moquegache Central, situada en Lampa, Puno, se distingue por su carácter deficiente, al no garantizar una cobertura total a los usuarios. Las condiciones de presión del servicio varían según la altitud topográfica, presentando diferencias entre las áreas elevada, mediana y baja.

Este estudio busca analizar la eficacia del sistema de agua dulce en Moquegache Central. Para ello, se describirán sus componentes, se evaluarán las extensiones de su infraestructura y se identificarán los componentes que condicionan la ingesta. El estudio emplea una metodología de tipo descriptivo para examinar el rendimiento hidráulico de la red. El ámbito de estudio alcanza el sistema de agua dulce de Moquegache Central. El análisis de su eficiencia hidráulica revela una infraestructura compuesta por una captación, una línea de aducción, un reservorio que carece de sistema de cloración, una red de distribución y un total de 37 conexiones domiciliarias; un 80% de los componentes cumple con las dimensiones reglamentarias, mientras que el 20% restante no se ajusta a la normativa técnica. La gestión del sistema se ve afectada por una crisis administrativa, originada por la falta de capacitación e implementación de directivas para el prestador del servicio. En cuanto a las presiones, el 54% del sistema no opera dentro de los parámetros establecidos, lo que conmueve a 20 conexiones cívicas y denota una operación deficiente. Se recomienda la implementación de nuevos componentes en la red de suministro para garantizar su adecuado funcionamiento.

2.2 MARCO TEÓRICO

2.2.1 Proyecto y parámetros básicos en zonas rurales

"Los criterios de diseño definen los estándares mínimos requeridos para proyectar sistemas de H2O dulce y de exclusión sanitaria de aguas remanentes y excretas. Esta guía incorpora los indicadores que la división ha empleado en la ejecución de transmisiones para zonas rurales y chicas urbes,

utilizando promedios regionales para las áreas de población dispersa" (OPS, 2006, pág. 6).

"Este apartado detalla los valores paramétricos de diseño, las especificaciones de los componentes, los coeficientes para ecuaciones y demás información relevante. Es crucial considerar que, al seleccionar y establecer la alternativa técnica y el estándar de servicio para cada proyecto, se deben evaluar las circunstancias socioeconómicas de la comunidad, junto con la ocupación, costumbres y disposición de los habitantes para adoptar los sistemas planteados, su rol como usuarios y los gastos asociados a la gestión, funcionamiento y conservación del sistema" (OPS, 2006, pág. 6)

2.2.1.1 Parámetros Técnicos

Dotación

"Dotación hídrica diaria per cápita. Este parámetro, ligado al nivel de servicio prestado, se define según valores de referencia que consideran el sitio geográfico, el clima, las costumbres locales y las metas de calidad. Para sistemas convencionales, se aplican los siguientes estándares" (OPS, 2006, pág. 7).

Tabla 1

Dotación de agua en litros por habitante por día

Zona	Dotación Lt/hab/día	
	Rural	Pequeñas ciudades
Sierra	40	
Costa	50	100
Selva	60	

Nota. Extracto de la Resolución Ministerial N.° 173-2016-Vivienda, documento que sirve de guía para la selección de tecnologías de suministro de H2O y saneamiento en zonas rurales.

Fuente

Las fuentes de H2O para consumo se categorizan de acuerdo a su origen y a la complejidad del proceso de potabilización requerido:

- Subterránea: aguas profundas y subálveas;
- Superficial: ríos, lagos, canales, etc.; y
- Pluvial: H2O de aguacero.

- **Rendimiento de la Fuente**

Establece el volumen y la accesibilidad del recurso hídrico para uso poblacional, fundamentando la categoría de cobertura que puede otorgarse a la comunidad receptora.

- **Fuente Subterránea**

Los acuíferos y freáticos pueden ser aprovechados mediante la construcción de surgencias naturales en laderas o lechos fluviales, zanjas de infiltración y perforaciones de pozo profundas o someras.

- **Ubicación de la Fuente**

La procedencia del recurso hídrico puede situarse a una cota superior o inferior del asentamiento, condicionando que el suministro se realice por acción gravitacional o mediante sistemas de impulsión.

2.2.1.2 Parámetros Sociales

- **Población**

"La demografía define la demanda hídrica. La planificación de infraestructuras debe exceder las exigencias inmediatas para anticipar la expansión demográfica, por lo que resulta imprescindible proyectar la población objetivo futura del sistema de suministro y alcantarillado. Adicionalmente, si corresponde, es preciso incorporar a los residentes permanentes, temporales

y transeúntes. Para realizar la proyección demográfica, el diseñador debe seleccionar la metodología más pertinente, basándose en información censal u otros registros que evidencien la tendencia de crecimiento, lo cual requiere una justificación técnica. La estimación debe abarcar un horizonte de 2 décadas" (OPS, 2006, pág. 6).

- **Periodo de Diseño**

"Corresponde al lapso en el cual la sistemática de suministro hídrico y alcantarillado operará de manera óptima. La planificación temporal de los diversos compendios del sistema se establecerá evaluando los subsiguientes criterios: duración ventajosa de las obras y maquinaria; nivel de complejidad para la futura expansión de la infraestructura; evolución demográfica; y ventajas de la escala económica. Los horizontes de planeación sugeridos son los que se indican a continuación" (OPS, 2006, pág. 7).

Tabla 2

Periodo de diseño

Elementos del sistema	Periodo (años)
Obras de captación Pozos Plantas de tratamiento (1) Reservorio Tuberías de conducción, impulsión, distribución Caseta de bombeo	20
Equipos de bombeo	10

Nota. Tomado de la Resolución Ministerial N.° 173-2016-Vivienda

2.2.1.3 Factores Económicos

- **Condición Económica**

"La expansión de la red de servicios del H2O dulce y alcantarillado en las naciones de la zona, a través del desarrollo de infraestructuras

perdurables, constituye uno de los primordiales desafíos que enfrentan las administraciones públicas en general y los especialistas en particular. Un principio fundamental para garantizar la perdurabilidad de los sistemas hídricos radica en que la selección tecnológica y el estándar de prestación se fundamenten en el contexto geográfico, financiero, sociológico y cultural de la localidad beneficiaria; para este fin, es imperativo suministrar información exhaustiva a los usuarios para definir la modalidad de infraestructura o servicio más idóneo para la colectividad" (OPS, 2006, pág. 9).

Es imperativo evaluar la capacidad adquisitiva de cada unidad familiar dentro de la comunidad objetivo del sistema de suministro hídrico; a continuación, se enumeran las potenciales situaciones que podrían presentarse:

Nivel Socioeconómico Bajo: Se cataloga como tal cuando los ingresos del hogar equivalen al medio o menos del costo de la canasta básica familiar.

Nivel Socioeconómico Medio: Incumbe a aquel en el que los ingresos familiares se sitúan entre el medio y el valor total del cesto básico.

Nivel Socioeconómico Alto: Se define por ingresos familiares que superan el valor establecido para la canasta básica familiar.

2.2.2 Tipos de sistemas de abastecimiento de agua potable

2.2.2.1 Sistemas Convencionales

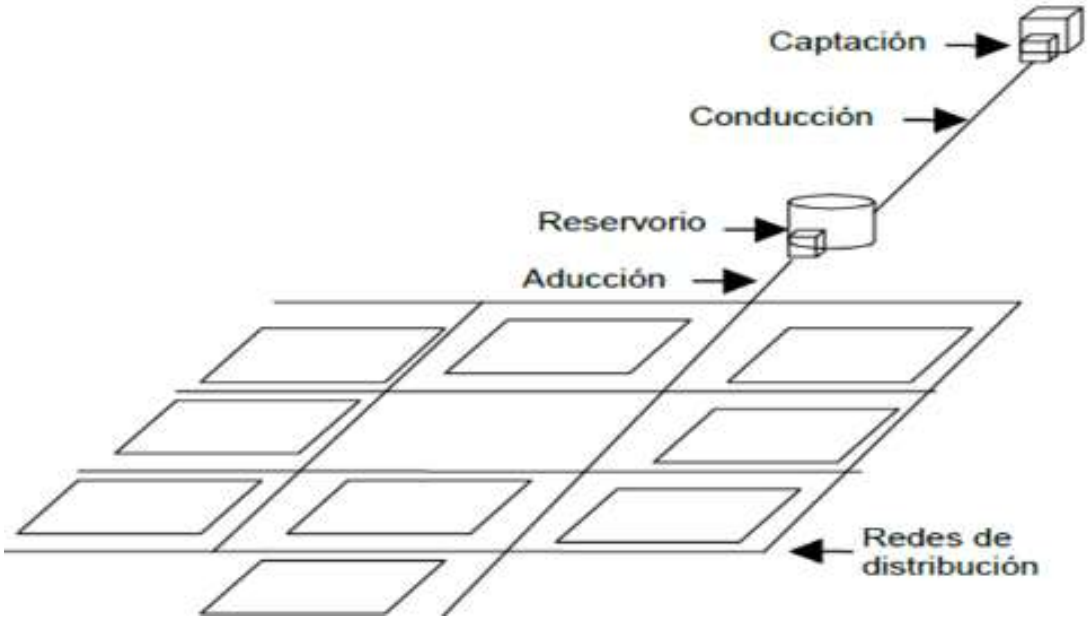
"Se precisan como las entidades que proveen el servicio público de H2O potable a nivel selecta por medio de tomas domiciliarias, esgrimiendo una red de colocación proyectada para suministrar el caudal y condición de agua exigidos por la norma vigente" (OPS, 2006, pág. 9)

- **Sistemas de Suministro de Agua por Gravedad sin Tratamiento**

"Se trata de sistemas que esgrimen como recurso hídrico acuíferos subterráneos o corrientes subálveas. Las primitivas emergen naturalmente al área como nacientes, en tanto que las subalternas se aprovechan mediante estructuras de captación como corredores de infiltración. Dado que el agua se purifica de manera natural al filtrarse a través de los estratos permeables del terreno, los requisitos de desinfección en estos casos pueden ser menos rigurosos. La particularidad distintiva de esta clase de sistema de suministro hídrico yace en su método de captación, la cual, en el caso de los veneros, puede ejecutar por medio de estructuras de ladera o de fondo, por medio de que para las galerías filtrantes se efectúa a través de drenes subsuperficiales" (OPS, 2006, pág. 10).

Figura 1

Sistema de suministro de agua por gravedad no tratada



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 10).

Tabla 3

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Mínima operación y mantenimiento ➢ Bajo costo de inversión ➢ Bajas tarifas por el servicio ➢ Sistema altamente confiable ➢ No requiere de tratamiento de clarificación ➢ Bajo o nulo contenido de coliformes y puede ser usado sin desinfección permanente	➢ Por su origen el agua puede contener un alto contenido de sales disueltas

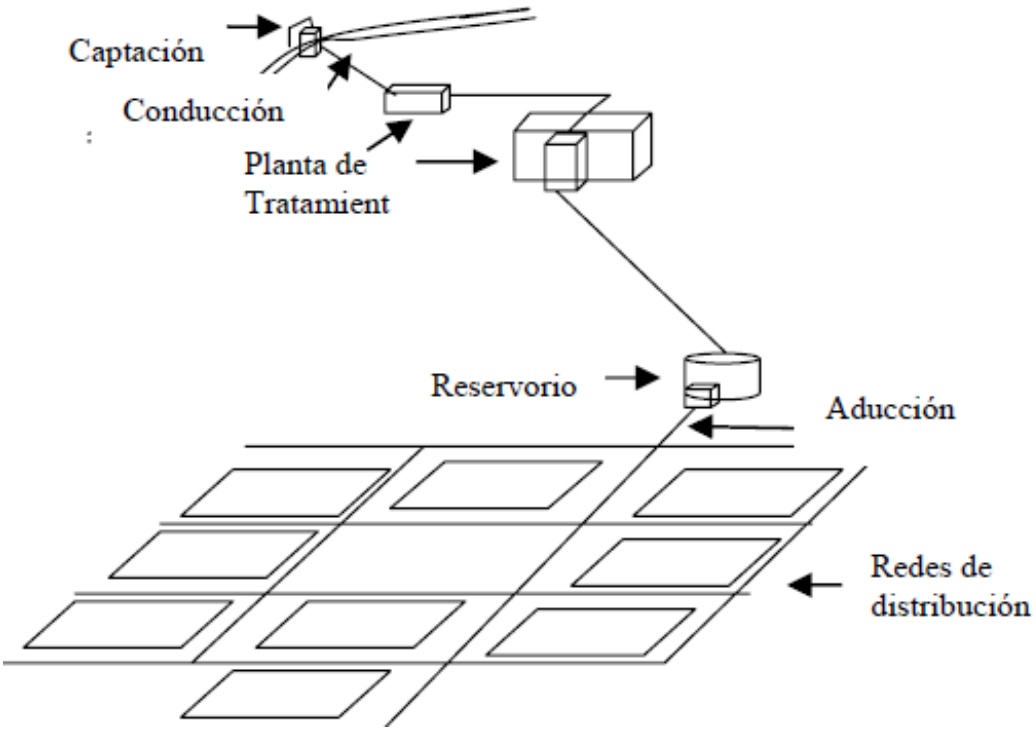
Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 10).

- **Sistemas de Abastecimiento de Agua por Gravedad con Proceso de Purificación**

"Suministro hídrico mediante una red de tuberías que se alimenta de fuentes superficiales, las cuales requieren procesos de potabilización y se localizan aguas arriba de la población. Los recursos hídricos de los sistemas consisten en aguas de superficies que fluyen por cauces, canales de riego, ríos, etc., por la que es necesario someterlas a procesos de clarificación y desinfección. Esta clase de infraestructuras cuenta con instalaciones de tratamiento diseñadas según las particularidades químicas, físicas y microbiológicas del H2O sin procesar" (OPS, 2006, pág. 11).

Figura 2

Sistema de suministro de agua potable por gravedad con tratamiento



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 11).

Tabla 4

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Mejora la calidad del agua ➢ 24 horas de agua al día ➢ Nivel de servicio por conexiones domiciliarias y piletas públicas	➢ Requiere de personal capacitado ➢ Demanda uso de productos químicos ➢ Desinfección obligatoria ➢ Mayor costo de operación y mantenimiento ➢ Tarifas más elevadas ➢ Puede ser un medio de transmisión de enfermedades

Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 10).

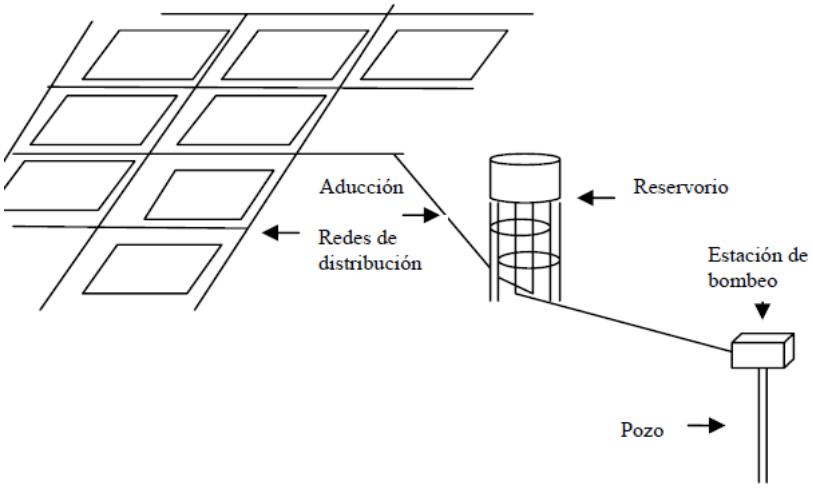
- **Sistemas de Suministro de Agua Cruda por Bombeo sin Tratamiento**

"Estos sistemas se caracterizan por utilizar fuentes de agua subterránea o subálvea que emergen o están situadas por abajo de la cota minúscula de suministro del sitio beneficiario, lo que hace necesario emplear

equipos de bombeo electromecánico para enaltecer el H2O hasta una altura que permita su distribución a la comunidad" (OPS, 2006, pág. 12).

Figura 3

Sistema de suministro de agua no tratada mediante bombeo



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 12).

Tabla 5

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Desinfección poco exigente ➢ Menor riesgo de contraer enfermedades	➢ Requiere de personal capacitado ➢ Alta inversión ➢ Tarifas más elevadas ➢ Posible discontinuidad del servicio

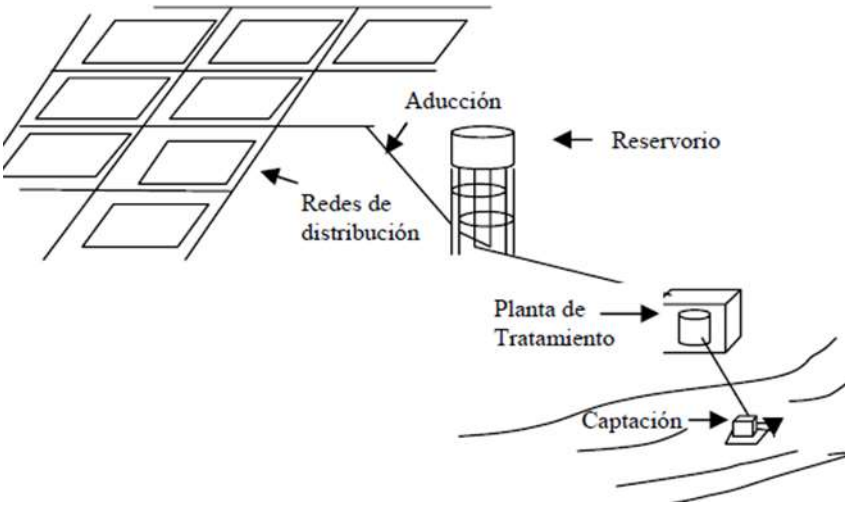
Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 12).

- **Sistemas de Abastecimiento de Agua por Bombeo con Tratamiento**

"El origen hídrico de estas infraestructuras proviene de corrientes superficiales que fluyen por cauces artificiales o naturales como acequias, canales o afluentes, por la que necesitan obligatoriamente procesos de potabilización. Dichos sistemas incorporan instalaciones de tratamiento específicamente proyectadas según las características fisicoquímicas, microbiológicas y el volumen de agua bruta a procesar" (OPS, 2006, pág. 13).

Figura 4

Sistema de suministro de agua tratada mediante bombeo



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 13).

Tabla 6

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Calidad de agua para consumo	➢ Requiere de personal capacitado ➢ Alta inversión ➢ Tarifas más elevadas ➢ Sistemas complejos

Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 13).

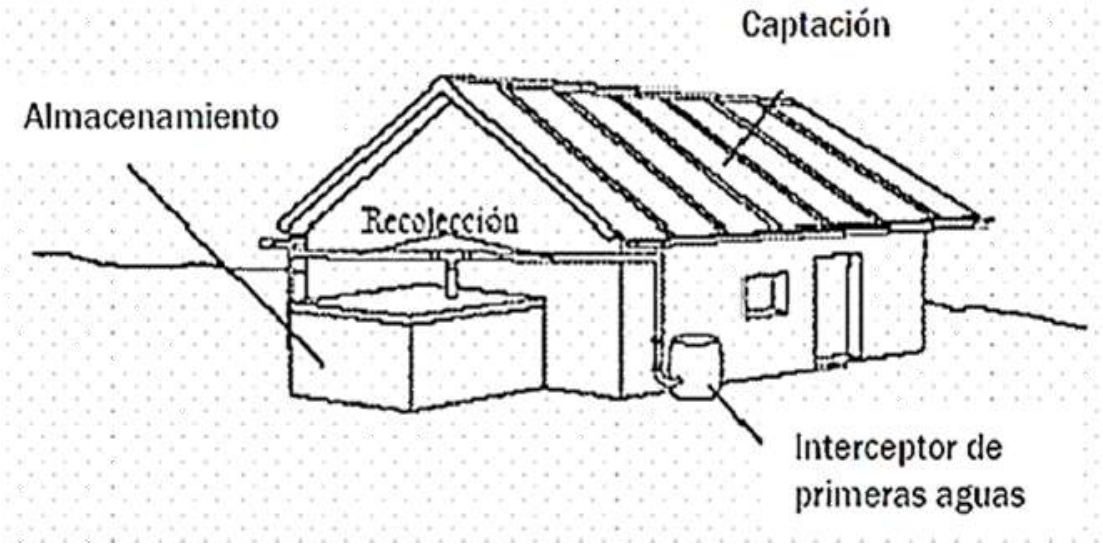
2.2.2.2 Sistemas no convencionales

- **Captación de Aguas de Lluvia**

"Sistemas de captación pluvial domiciliaria, ya sea para una sola vivienda o para un conjunto de ellas, que consisten en recolectar el agua de lluvia desde los techos y almacenarla en depósitos. Para su uso potable, el líquido requiere de un proceso de desinfección y, de ser necesario, una etapa previa de filtración" (OPS, 2006, pág. 16).

Figura 5

Recolección de precipitaciones pluviales



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 17).

Tabla 7

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Buena solución para poblaciones dispersas ➢ Aprovecha una energía renovable y gratuita	➢ Se encuentra limitada a las condiciones climáticas

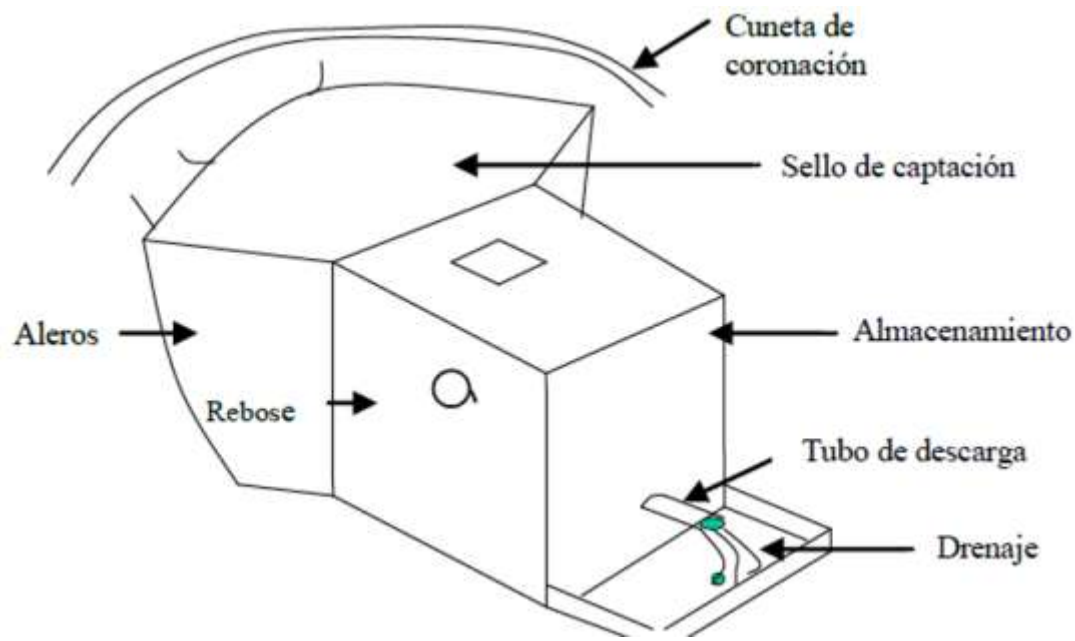
Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 17)

- **protección de Fuentes**

"Sistemas de provisión de H2O asentados en la explotación protegida de veneros o veneros acuíferos de bajo caudal, localizados en las afueras de una vivienda o colectividad. El punto de colocación puede estar situado directamente en la surgencia o el agua puede ser transportada mediante una red de conducción de pequeña escala hasta fuentes públicas cercanas a los beneficiarios" (OPS, 2006, pág. 14).

Figura 6

Protección de manantial



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 14).

Tabla 8

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ De fácil construcción ➢ Poca inversión ➢ Solo con recursos humanos y materiales locales	➢ Racionamiento del servicio ➢ No asumen adecuadamente la responsabilidad de operación y mantenimiento

Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 14)

- **Pozos con Bombas Manuales**

"Se trata de una perforación dotada con un sistema de extracción operado manualmente, instalado sobre una base que garantiza la protección sanitaria. Este mecanismo posibilita la obtención de agua subterránea mediante el esfuerzo directo del usuario, y puede emplearse para abastecer tanto a una sola vivienda como a un conjunto de ellas" (OPS, 2006, pág. 15).

Figura 7

Bomba operada a mano



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 15).

Tabla 9

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ De fácil construcción ➢ De fácil operación ➢ De poco mantenimiento	➢ Conocimiento del comportamiento del agua subterránea ➢ De fácil contaminación ➢ De fácil reparación

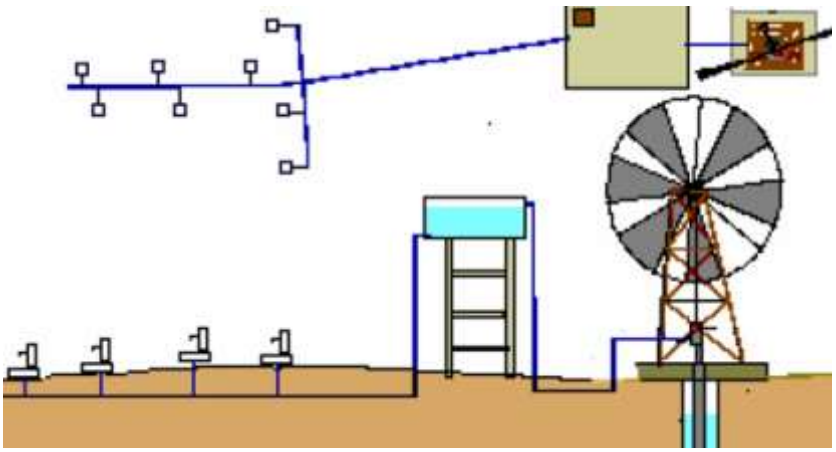
Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 15)

- **Bombas con Energía Eólica**

"Consiste en un mecanismo de suministro que esgrime energía eólica y fuerza humana de manera complementaria para extraer agua del subsuelo a través de una perforación. Dicho sistema requiere de un tanque de almacenamiento para acumular el recurso hídrico, el cual posteriormente es distribuido a la comunidad mediante una red que finaliza en tomas domiciliarias o fuentes públicas, dependiendo de la densidad poblacional" (OPS, 2006, pág. 16).

Figura 8

Bomba accionada por energía del viento



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 16).

Tabla 10

Ventajas y desventajas

Ventajas	Desventajas
➢ Solución para poblaciones dispersas ➢ Con energía renovable y cgratuita	➢ Depende de las condiciones climáticas ➢ Existe disponibilidad de repuestos

Nota. Tomado del (OPS, 2006, pág. 16) a

2.2.3 Niveles de servicio

"La categorización del servicio define el grado de provisión al usuario en base a contextos económicas, físicas y sociales. Se han definido estratos de prestación apropiados para el ámbito rural, fundamentados en criterios de: volumen de agua asignado, y el grado de gestión, operatividad y conservación exigido a lo largo de su ciclo de operación" (OPS, 2006, pág. 40).

"Las categorías de prestación establecidas son las siguientes: Para el suministro hídrico: (i) Toma intradomiciliaria: Comodidad que permite al usuario abastecerse de H2O adentro de su vivienda, mediante un lavadero o un grifo instalado en el patio. (ii) Fuentes comunitarias: Punto de suministro

ubicado en espacios de uso colectivo, característico de asentamientos con baja densidad poblacional. (iii) Puntos de surtido: Dispositivos de extracción manual o aprovechamiento de nacientes de agua debidamente acondicionados" (OPS, 2006, pág. 40).

2.2.3.1 Convencionales

"Provisores del servicio público de H2O potable domiciliario, que operan mediante una red de distribución diseñada para desempeñar con las normas de condición y caudal. El sistema convencional es el ejemplo más frecuente" (OPS, 2006, pág. 23).

2.2.4 Tratamiento de agua para consumo humano

"El propósito de la potabilización es transformar el líquido para adecuarlo a los estándares de potabilidad exigidos para el uso humano, meta que se alcanza mediante la construcción de estaciones depuradoras. Estas instalaciones funcionan como industrias que procesan una materia prima de características variables (agua sin tratar) y deben generar un producto terminado (agua purificada) que cumpla rigurosamente con la normativa sanitaria" (OPS, 2006, pág. 23).

"En otras palabras, deben suministrar un líquido cuyas patrimonios físicos, químicas y microbiológicas se ajusten a la regulación actual, y hacerlo en un volumen adecuado y de forma ininterrumpida para cubrir la demanda de los usuarios. Los elementos esenciales de una estación depuradora varían según la condición del agua cruda y la magnitud de la urbe objetivo. Para los centros urbanos de gran tamaño, es muy probable que se necesiten infraestructuras de depuración más sofisticadas en comparación con las requeridas para comunidades rurales y núcleos urbanos menores. El presente

informe se centra exclusivamente en estos dos últimos tipos de asentamientos, cuyos componentes principales de la estación de tratamiento se detallan posteriormente" (OPS, 2006, pág. 23).

2.2.5 Estudios base para el diseño

- **Estudio de la procedencia del agua**

"En la mayor parte de las comunidades campestres del territorio nacional, se utiliza para el consumo agua obtenida de afluentes, arroyos, acequias y nacientes, las cuales, al carecer de resguardo y proceso de purificación, no brindan salubridad y constituyen agentes de polución que originan padecimientos y brotes epidémicos. Este escenario se agrava durante los períodos de estiaje, cuando el recurso hídrico merma o se agota, obligando a los pobladores a abastecerse en puntos lejanos; labor que recae predominantemente en mujeres y menores de edad" (Agüero, 1997, pág. 11).

"La evaluación de la condición se basa en que el recurso hídrico debe carecer de olor, color y poseer un gusto aceptable. Una vez establecida la idoneidad del agua, es preciso cuantificar su volumen disponible en función del grupo poblacional a servir, esto es, calcular la demanda hídrica diaria para comprobar el flujo mínimo necesario a captar. De no satisfacer la fuente el consumo diario estimado, será necesario localizar un nuevo manantial o diseñar un esquema de suministro que integre múltiples procedencias" (Agüero, 1997, pág. 11)

- **Topografía**

"El terreno puede presentar una topografía horizontal, con ondulaciones o sumamente quebrada. Para obtener los datos altimétricos y planimétricos se requiere ejecutar trabajos de campo y gabinete que

posibiliten representar cartográficamente los relevamientos de detalles, el corredor del eje del conducto principal y de impulsión, y el recorrido de la malla de tuberías. El suelo puede ser plano, tener colinas o ser muy escarpado. Para conseguir los datos de elevación y ubicación es necesario hacer labores de medición que ayuden a dibujar en planos los estudios del terreno, la franja por donde irá la tubería de conducciones y bombeo, y el camino de las redes de cañerías" (Agüero, 1997, pág. 12).

- **Tipo De Suelo**

"La información sobre la clase de terreno es fundamental para calcular los gastos de movimiento de tierras. Estos importes variarán según se trate de suelos de arena, arcilla, grava, roca u otros. Asimismo, se debe evaluar la existencia de pavimento o adoquín en las vías de la localidad, para así cuantificar el importe por fractura y reinstalación. Se debe determinar la cabida portante de la superficie para incorporar las medidas de seguridad pertinentes en el proyecto de las estructuras" (Agüero, 1997, pág. 16).

- **Clima**

"Es aconsejable documentar los valores térmicos extremos y la presencia de heladas, puesto que la naturaleza del clima determinará las medidas de protección en la fabricación del hormigón. En regiones gélidas, con termómetros bajo los 4°C, se sugiere emplear agua temperada e, incluso en situaciones críticas, precalentar la grava y la arena; además de resguardar la mezcla fresca del hielo, mediante encofrados o mantas aislantes. Para zonas tórridas con marcas superiores a 32°C, es más favorable colar el concreto en el turno nocturno, aconsejándose refrigerar los áridos y usar agua con enfriamiento artificial" (Agüero, 1997, pág. 16)

2.2.6 Periodo de diseño

"En la estimación del horizonte de utilidad del sistema, confluyen múltiples factores que deben ser analizados para alcanzar una propuesta financieramente sostenible. En consecuencia, el horizonte de planeación puede conceptualizarse como el lapso durante el cual la infraestructura operará a pleno rendimiento, ya sea por su aptitud para transportar el caudal requerido o por la integridad estructural de sus componentes. La estimación del horizonte de planeación contempla criterios tales como: la longevidad o ciclo de vida de la infraestructura, la viabilidad técnica de ejecución, las opciones de futura expansión o reemplazo, los patrones demográficos de crecimiento y la disponibilidad de recursos económicos y financieros" (Agüero, 1997, pág. 19).

"Tras evaluar los criterios mencionados, es preciso definir para cada componente el horizonte de planeación más adecuado. A modo de referencia, se detallan los intervalos establecidos para los compendios de las sistemáticas de H2O dulce en localidades campestres: a) Labores de toma: 20 años b) Línea de dirección: 10 a 20 años c) Tanque de acopio: 20 años d) Sistema de colocación: 10 a 20 años (tubería troncal 20 años, ramales 10 años). Cabe señalar que la normativa del MINSA para proyectos rurales sugiere un ciclo de vida estándar de 20 años para toda la infraestructura" (Agüero, 1997, pág. 20).

2.2.7 Población beneficiada

"Las sistemáticas de suministro de agua dulce no se proyectan para cubrir únicamente los requerimientos inmediatos, sino que deben anticipar el incremento demográfico en un horizonte temporal razonable, que oscila entre

10 y 40 años; resultando imprescindible calcular el volumen poblacional estimado al término de este lapso. Con dicha proyección demográfica se calcula el caudal requerido para el fin del ciclo de vida de la infraestructura" (Agüero, 1997, pág. 19).

"La asignación hídrica individual, denominada demanda per cápita, corresponde al volumen de recurso necesario para cada ciudadano, cuantificado en litros por persona al día. Una vez establecida esta dotación, se deben calcular el gasto medio diario anual, la demanda pico diaria y la ingesta punta horario. El caudal promedio cotidiano anual constituye la base para dimensionar la capacidad del tanque de regulación y para derivar los valores de ingesta máximo cotidiano y horario" (Agüero, 1997, pág. 19).

2.2.8 Población futura

Las técnicas de mayor aplicación en la proyección demográfica a largo plazo son:

- **Métodos Analíticos**

"Estos métodos parten del supuesto de que el crecimiento demográfico de una zona específica puede modelarse mediante una función matemática. Resulta evidente que la precisión de este modelo estará condicionada por las particularidades de los datos censales históricos, así como por los períodos intercensales en los que fueron recolectados. Entre las técnicas analíticas de pronóstico se incluyen: el método aritmético, geométrico, de distribución normal, logístico, parabólico, exponencial, de aumentos variables y de regresión por minúsculos cuadrados" (Agüero, 1997, pág. 20).

- **Métodos Comparativos**

"Se trata de metodologías que utilizan representaciones visuales para

proyectar cifras demográficas, basándose ya sea en información censal histórica de la localidad o tomando como referencia el comportamiento de comunidades con dinámicas de expansión análogas a la población bajo análisis" (Agüero, 1997, pág. 20).

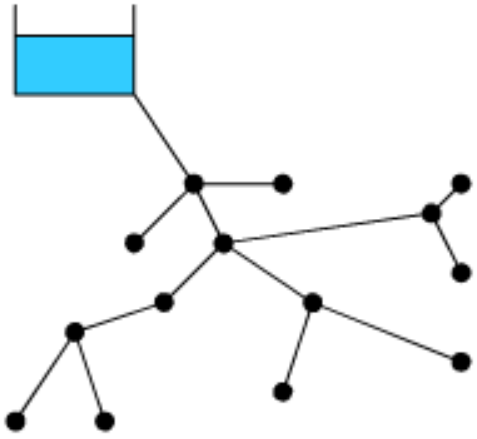
- **Métodos Racional**

"La determinación demográfica se basa en un análisis socioeconómico del área, el cual integra el crecimiento natural, definido por el índice de fecundidad, mortalidad, movimientos migratorios (inmigraciones y emigración) y la población transitoria. En contextos rurales, el enfoque predominante para proyectar la población futura es el método analítico, específicamente el de progresión aritmética. Esta técnica se aplica bajo el supuesto de que el incremento poblacional sigue una secuencia aritmética y que la comunidad se aproxima a su capacidad de acogida máxima" (Agüero, 1997, pág. 20).

2.2.9 Sistema de redes abierto o ramificado

Figura 9

Sistema de Abastecimiento Ramificada



Nota. Tomado de la (OPS, 2006, pág. 16).

"Se trata de sistemas de conducción compuestos por una tubería troncal y varios conductos derivados. Este esquema se implementa en casos donde la orografía impide o complica la creación de una malla entre ramales,

y cuando los asentamientos presentan una configuración alargada, típicamente junto a un cauce fluvial o una vía de comunicación. La cañería principal se dispone a lo largo de un eje vial, y a partir de esta se conectan las tuberías laterales o secundarias. La principal limitación de este sistema radica en su operación unidireccional, lo que implica que una falla puede interrumpir el suministro a un sector de los usuarios. Otra desventaja significativa es la formación de estancamientos en los extremos de las derivaciones, donde el fluido deja de moverse. Esta agua estancada genera problemas de calidad, como la aparición de malos olores y sabores, particularmente en áreas de baja densidad. Para mitigar este problema, es necesario instalar válvulas de descarga en estos puntos con el propósito de eliminar el líquido viciado y preservar su potabilidad" (Agüero, 1997, pág. 94)

2.2.10 Sistema cerrado

"Las redes en malla son sistemas de tuberías interconectadas que forman circuitos cerrados. Esta configuración es la más eficaz, ya que garantiza un suministro continuo y confiable al eliminar los extremos sin flujo. Además, permite aislar pequeñas secciones para mantenimiento, minimizando las interrupciones del servicio gracias a una estratégica colocación de válvulas. Este modelo conlleva además un beneficio económico, dado que al estar los conductos abastecidos por sus dos lados se generan caídas de presión menores, lo que permite emplear tuberías de menor grosor. Incrementa la fiabilidad ante incendios, al poder maniobrar las llaves de paso para dirigir el caudal al punto requerido. Su cálculo hidráulico se realiza predominantemente mediante las técnicas de sectorización y Hardy Cross" (Agüero, 1997, pág. 97).

2.2.11 Disposición de las válvulas de seccionamiento en la red

"Uno de los desafíos más relevantes al diseñar un sistema de provisión de H2O es la óptima ubicación de las válvulas de corte. Esta tarea requiere equilibrar simultáneamente la eficiencia operativa y los costos, lo que la convierte en una labor compleja según la envergadura de la red, a pesar de parecer sencilla. Generalmente, con el fin de contener los costos, se sugiere aislar segmentos completos de la malla en lugar de interrumpir el suministro en cada tubería de forma individual" (Rodriguez, 2001, pág. 296).

"Tras la ubicación provisional de las válvulas de corte, es imperativo realizar un examen detallado del plano. Este análisis debe simular el aislamiento de cada sector designado de la red, identificando las válvulas que sería preciso operar. Es crucial evitar la instalación de válvulas en ubicaciones que no cumplan una función operativa específica" (Rodriguez, 2001, pág. 296)

2.2.12 Ubicación de las válvulas de admisión y expulsión de aire y desagüe

"Las tuberías de gran diámetro en la red primaria requieren la instalación de ventosas en puntos propensos al acopio de corriente, como las permutas de pendiente pronunciada adyacentes a los puntos altos. Paralelamente, se instalarán purgas en las zonas más bajas de los conductos principales para posibilitar el drenaje en caso de averías y eliminar los sedimentos acumulados, además de servir para el lavado de la tubería tras su instalación" (Rodriguez, 2001, pág. 297).

2.2.13 Selección del material de las tuberías

"La elección del material para la red se fundamenta en la línea necesaria y el pliegue superficial del conducto, las condiciones de presión de

servicio, la corrosividad del fluido, además del costo de provisión y montaje tanto de la tubería como de sus accesorios. Los tubos de cada material se producen con diversos grados de resistencia para adecuarse a distintos rangos de presión operativa. La capacidad del conducto elegido debe exceder la máxima presión estática posible. Dicha presión en un nodo de la red se determina calculando la diferencia entre la elevación del nivel estático de agua y la de la propia tubería en ese punto" (Rodriguez, 2001, pág. 302).

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Abastecimiento de agua potable

"Denominación que recibe el conjunto integral de obras, mecanismos, conducciones y complementos requeridos para la recolección, conducciones, potabilización y provisión de H2O a la población" (SUNASS, 2000, pág. 1).

2.3.2 Agua potable (agua para consumo humano)

"H2O que acata las normativas microbiológicos, químicos, físicos y organolépticos establecidos en la norma vigente para la ingesta humana, ya sea en su estado nativo o tras un proceso de desinfección, avalando así su inocuidad. Este término es equivalente a "agua potable"" (SUNASS, 2000, pág. 1).

2.3.3 Capacidad de tratamiento del agua potable

"Capacidad de producción, en m^3 por unidad de tiempo, de una planta o entidad para tratar agua mediante procesos como pre-sedimentación, floculación- coagulación, decantación, filtración y asepsia, con el fin de alcanzar los estándares fisicoquímicos y microbiológicos que la hacen idónea para la ingesta humana" (SUNASS, 2000, pág. 5).

2.3.4 Continuidad del servicio de agua potable

"Parámetro de evaluación del favor de una Empresa Prestadora de Servicios (EPS) que cuantifica, en h por día, el suministro de agua en una zona específica o en toda su área de cobertura. Estas métricas de continuidad registran los valores medio, mínimo y máximo del servicio" (SUNASS, 2000, pág. 9).

2.3.5 Control de calidad del agua potable

"Procedimiento continuo y metódico de verificación, por medio de protocolos de muestra predefinidos y otras técnicas, que ejecutan las empresas prestadoras para aseverar que el H2O suministrada desempeña con las exigencias determinadas en la normativa vigente" (SUNASS, 2000, pág. 10).

2.3.6 Golpe de ariete

"Fenómeno hidráulico resultante de una variación repentina en la prontitud de un fluido dentro de una tubería a presión, que genera una onda de choque capaz de ejercer una fuerza destructiva sobre las paredes del conducto" (Salvador & Pérez, 2005, pág. 176).

2.3.7 Norma de calidad

"Umbral, parámetro o reunión máxima fijada por el mando regulatorio con la finalidad de preservar, optimar o garantizar la idoneidad del H2O para una usanza específica. Estos límites reglamentarios se establecen con base en criterios técnicos predefinidos" (Salvador & Pérez, 2005, pág. 177).

2.3.8 Demanda del servicio de agua potable

"Condición de H2O apta para el consumo que las varias divisiones de la urbe requieren y adquieren, influenciada por factores como el nivel del

servicio, el precio establecido, el poder adquisitivo y otras condiciones socioeconómicas" (SUNASS, 2000, pág. 12).

2.3.9 Dotación del agua potable

"Patrón regulatorio que define el consumo medio requerido en L por individuo y día para envolver las insuficiencias básicas. La legislación peruana fija dotaciones mínimas promedio según la dimensión demográfica y las condiciones climáticas de cada localidad" (SUNASS, 2000, pág. 13).

2.3.10 Pérdida de agua en el sistema de abastecimiento

"Volumen no aprovechado resultante de la discrepancia entre el caudal extraído en la fuente y el efectivamente suministrado a la red de colocación, atribuible a mermas en el proceso" (SUNASS, 2000, pág. 20).

2.3.11 Pérdida de agua en el sistema de distribución

"Volumen no contabilizado resultante de la discrepancia entre el H2O introducida en la red y la registrada por los dispositivos de medición de los usuarios. Este concepto incorpora las mermas generadas hasta la caja del medidor, componente cuya operación y sostenimiento es adeudo de la EPS" (SUNASS, 2000, pág. 20).

2.3.12 Reservorio

"Depósito diseñado para conservar el agua tratada, con el fin de asegurar el suministro continuo a la red y preservar la presión hidráulica requerida en el sistema de distribución" (SUNASS, 2000, pág. 22).

2.3.13 Red secundaria

"Cabida de regulación destinada a absorber las variaciones de demanda en un intervalo de tiempo específico" (SUNASS, 2000, pág. 27).

2.3.14 Presión

"El líquido practica una presión hidrostática sobre los muros de la tubería o depósito que lo contiene, medible en kg/cm², atmósferas o metros de columna de agua. En un flujo uniforme, este parámetro se mantiene invariable en los diversos puntos de una misma mecanismo transversal" (Biblioteca ATRIUM de Instalaciones de Agua, 1992)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. METODOLOGÍA

El aspecto fundamental en la simulación hidráulica radica en caracterizar correctamente las operaciones del sistema de colocación de H2O dulce y todos sus elementos constitutivos. Existen múltiples herramientas para este fin, como el programa WATERGEMS, que permite optimizar las líneas de tuberías para maximizar la eficiencia del sistema y agilizar los tiempos de ejecución del proyecto La metodología empleada residió en la compilación y estudio de datos relativos al sistema de H2O dulce de la cominidad de Canchi Huañingora, Caracoto, por medio de la revisión de bibliografía especializada, recursos digitales, y tesis de la FICP de la UANCV.

Se realizaron inspecciones de campo en la zona de estudio para recopilar datos actualizados que fundamentaron el perfeccionamiento del estudio, conteniendo parámetros como la zona de influencia, diámetros de tuberías, presiones de operación y continuidad del servicio. Es crucial en esta fase calcular y evaluar metódicamente las siguientes etapas del proyecto:

3.1.1. Análisis y Diseño.

- Planos de ordenamiento geográfico urbano.
- Topografía superficial.

- Estudio georreferenciado del área.

3.1.2. Análisis y Cálculos.

- Caracterización de la configuración de las tuberías de distribución.
- Determinación hidráulica y generación de niveles de presión en el sistema.
- Elaboración del diseño preliminar mediante software de diseño asistido por computadora.

3.1.3. Análisis y Cálculo del Diseño.

- Valorar las derivaciones conforme con el RNE.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Enfoque de investigación.

El análisis adopta una metodología cuantitativa, puesto que la indagación se basa en información y efectos que son primordialmente cuantificados y expresados mediante cifras, escalas y equivalencias. Estos posteriormente son examinados e interpretados a través de una prueba hidráulica, y los hallazgos son expuestos utilizando variables y ecuaciones que validan los propositos e hipótesis planteadas en el estudio.

3.2.2. Nivel de Investigación.

El estudio posee un carácter descriptivo en cuanto a su alcance, pudiendo clasificarse como tal dado que su propósito central es documentar y evaluar la provisión de agua dulce en la comunidad analizada. Por medio de esta medición, es posible optimizar los indicadores de unión del servicio en la zona de estudio.

3.3. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO DE ANÁLISIS DE VARIABLES

3.3.1. Metodología de Análisis de Variables

El estudio corresponde a una metodología experimental y operativa, bajo el siguiente esquema de diseño.

VI ----------VD

- ✓ Por el tipo de conocimiento : **Científica.**
- ✓ Por la naturaleza del propósito de estudio : **Formal.**
- ✓ Por el método de estudio de las variables : **Cuantitativa y Operacional**
- ✓ Por el ambiente donde se ejecuta : **De campo**
- ✓ Por la hondura en el procesamiento del tema : **Exploratorio**

3.3.2. Método de la Investigación

Este análisis posee un enfoque explicativo con diseño cuasi-experimental, pues analizará el comportamiento actual y futuro del sistema mediante simulación hidráulica, manipulando la variable dependiente y sus métricas asociadas para identificar las soluciones óptimas que garantice un servicio eficaz

3.3.3. Metodología del Estudio

Acerca del Autocad Civil 3D

"AutoCAD Civil 3D, integrante del ecosistema Autodesk, es una aplicación BIM (Modelado de Información de Construcción) especializada en el diseño y expediente de obras de ingeniería civil. Su modelo hacendoso incrementa la productividad hasta en un 50% en proyectos viales, de saneamiento, movimientos de tierra y otras infraestructuras. Superficies, secciones, alineamientos, perfiles y anotaciones están interconectados

dinámicamente, optimizando la valoración de opciones, la toma de decisiones y la reproducción de documentación técnica actualizada" (Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHV), 2010, pág. 2).

"Los proyectos requieren fases de revisión que demandan significativas horas de verificación de datos. AutoCAD Civil 3D automatiza este proceso mediante actualizaciones instantáneas: cualquier modificación en el modelo (como ajustar un punto del terreno) actualiza automáticamente todos los reportes asociados (ej: volúmenes de movimiento de tierras), optimizando radicalmente el tiempo de trabajo en oficina" (Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHV), 2010, pág. 2)

"Principales capacidades de AutoCAD Civil 3D incluyen: creación y simulación de infraestructuras rectilíneos; configuración de plataformas y terraplenes; delimitación catastral; modelización de estructuras de puentes; generación de modelos de terreno; diseño de las redes de suministro y drenaje; evaluación de sistemas de H2O remanentes y pluviales; estudios hidrológicos e hidráulicos, entre otros." (Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHV), 2010, pág. 2)

Acerca del ARCGIS

"Un Sistema de Información Geográfica opera mediante protocolos aplicados a una base de datos alfanumérica de entidades del mundo real con representación espacial y capacidad de medición dimensional en relación con la superficie terrestre. Adicionalmente, el SIG incorpora una base cartográfica con datos georreferenciados vinculada dinámicamente con la información descriptiva. La data se considera geográfica cuando posee ubicación cuantificable y atributos medibles" (Pantigoso, 2009, pág. 19).

"Los Sistemas de Información Geográfica emplean recursos con alta potencia de procesamiento visual y de datos, equipados con funciones para la recolección, resguardo, examen y representación de información espacial. Su principal ventaja radica en la facultad de generar simulaciones o recreaciones de la realidad a partir de bancos de datos digitales, mediante la aplicación de técnicas especializadas que producen data adicional para su interpretación" (Pantigoso, 2009, pág. 19)

Acerca del WATERGEMS

WaterGEMS constituye una plataforma integral de soporte para el proceso de elección, destinada al análisis de redes de suministro hídrico. Esta plataforma permite profundizar en la comprensión del comportamiento hidráulico del sistema, su respuesta ante diferentes estrategias operativas y la planificación de su expansión frente al desarrollo demográfico y el acrecentamiento de la demanda.

Capacidades

- ✓ **Analiza tuberías y criticidad de válvulas**

  Identifica los puntos críticos en las redes de suministro hídrico y verifica la eficacia de los obturadores de seccionamiento. Examina la posibilidad de incomunicar sectores específicos del sistema y reestablecer el servicio mediante la operación estratégica de llaves de corte. WaterCAD/WaterGEMS automatiza la división en segmentos de la red una vez introducida la información de las válvulas de retraimiento.

- ✓ **Verifica si el flujo de agua es suficiente para combatir incendios**

  Emplea un prototipo de simulación hidráulica para evaluar y detectar deficiencias en los sistemas de protección contra incendios. Propone

optimizaciones en el calibre y posición de tuberías, equipos de bombeo y depósitos para garantizar el cumplimiento de normativas de caudal y presión contra incendios.

- ✓ **Genera y controla modelos de comportamiento hidráulico**

  Optima el desarrollo de modelos y facilita la gestión eficaz de los mismos para fundamentar decisiones de ingeniería. Integra y adapta múltiples formatos de datos externos para potenciar el valor de la información geoespacial y de diseño, automatizando además la captura de datos de campo y la georreferenciación de elementos.

- ✓ **Diseña redes de distribución de agua**

  Perfecciona el diseño de redes de colocación hídrica complejas mediante resultados de simulación hidráulica y utiliza funcionalidades integradas de administración de escenarios para gestionar variantes de proyecto. Adicionalmente, WaterGEMS permite refinar diseños con el instrumento de optimización automática Darwin Designer.

- ✓ **Diseña programas de purga y desincrustación de conducciones**

  Maximiza la eficiencia de los protocolos de limpieza y eliminación de biopelículas mediante la simulación de múltiples escenas de lavado en una sola operación. Incrementa la prontitud del flujo en las tuberías para extraer sedimentos y agua residual, esgrimiendo como parámetro clave de efectividad la velocidad pico alcanzada en cualquier tramo durante el proceso.

- ✓ **Identifica la pérdida de agua**

  Preserva los recursos hídricos e incrementa la rentabilidad mediante la minimización de pérdidas en la red. Utiliza información de caudal y presión

para identificar zonas prioritarias para monitoreo acústico de fugas. WaterGEMS cuantifica el volumen de reducción anticipado de pérdidas mediante estrategias de control de presión.

- ✓ **Gestiona el consumo energético**

  Simula con exactitud el comportamiento de estaciones de bombeo mediante análisis hidráulico, incluyendo configuraciones complejas y equipos de velocidad variable, para evaluar el efecto de diferentes estrategias operativas en el gasto energético. Reduce los costos asociados al bombeo mediante la optimización del desempeño de la sistemática.

- ✓ **Prioriza la renovación de tuberías**

  Detecta los conductos que requieren rehabilitación o reemplazo. Los componentes de la red se categorizan mediante múltiples parámetros, incluyendo criterios de propiedad y desempeño técnico. Los beneficios comprenden una gestión de activos optimizada, incremento de la capacidad de suministro y maximización del retorno de inversión en infraestructura.

- ✓ **Simula redes en tiempo real**

  Integre su prototipo hidráulico medido con su sistemática SCADA para actualizar automáticamente los contextos de contorno primeras con datos en lapso real. Este modelo dinámico se emplea para supervisar y optimizar el trabajo del sistema de colocación.

3.3.4. Población

En el presente estudio se registraron 74 unidades habitacionales y una institución educativa, requiriéndose para ello la ejecución de un levantamiento

topográfico del área de interés. Conforme a los criterios del INEI, se empleó densidades promedias de 5 residentes por unidad habitacional, teniendo en cuenta la estructura poblacional (infantes, adolescentes y adultos de ambos géneros), obteniendo como resultado una comunidad de 395 pobladores. Complementariamente, se demarcaron las zonas de estudio: Huasa, Isla Central, Central, Pata y Pampa, limítrofes con localidades de Canchi Grande y Urcurmuni.

Se ha establecido un horizonte de proyecto de 20 años para la localidad de Canchi Huañingora, considerando la tasa media de crecimiento demográfico del área de estudio, así como su proximidad geográfica al centro urbano de Juliaca como factor determinante.

3.3.5. Muestra

- Isla Central
- Pampa
- Huasa
- Pata.

La red de suministro de H2O dulce posee una red de conducción de 18,220.05 m calibres de tubería de PVC SAP clase 10 en líneas variados (2", 1½", 1", ¾" y ½"), complementada con conexiones domiciliarias de PVC de ½" de diámetro".

La línea de conducciones desde el manantial al reservorio de almacenamiento de veinte metros cúbicos, tiene un diámetro de dos pulgadas y una distancia de 55.85 metros.

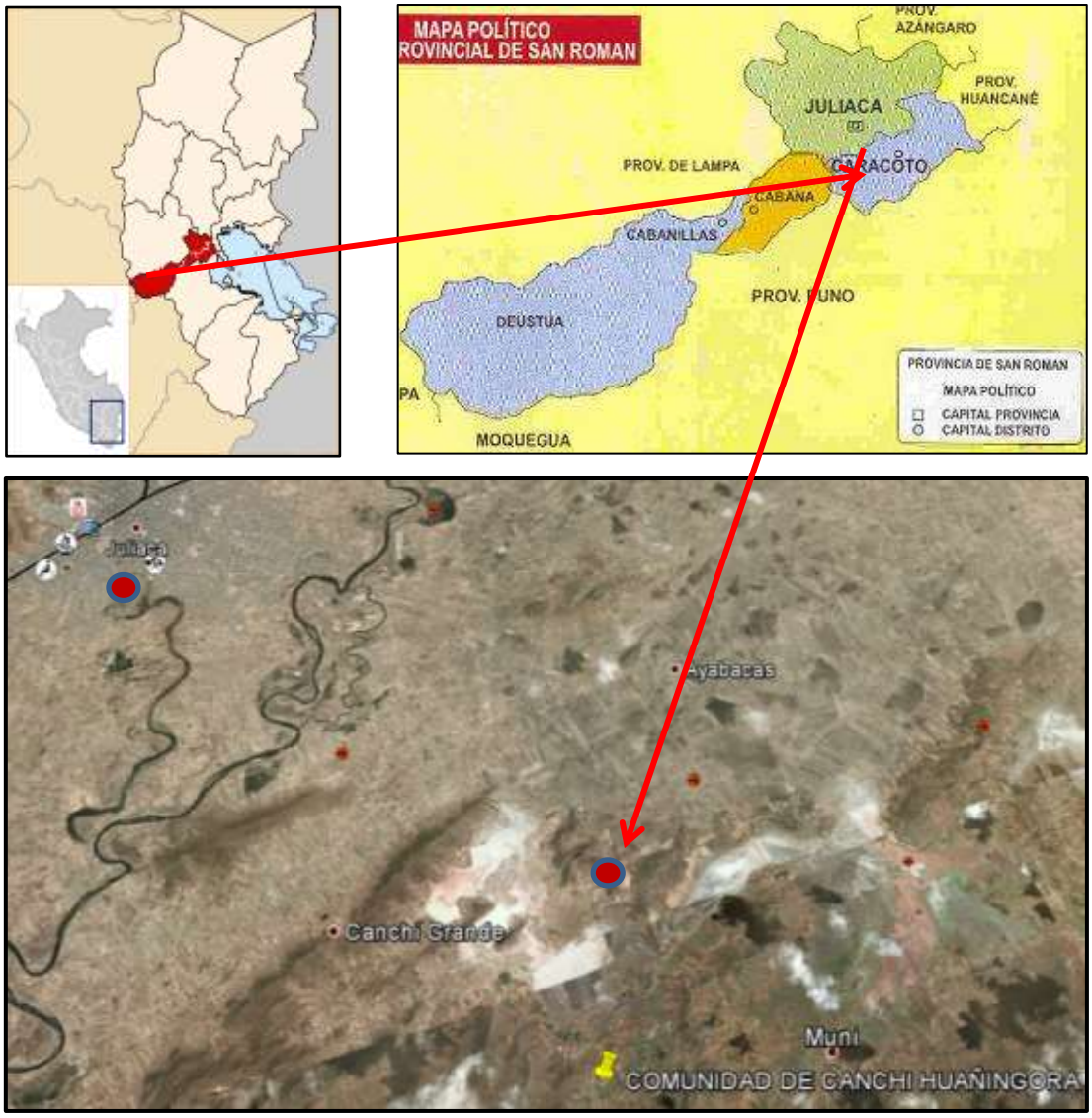
3.3.6. Fisiografía y Clima

La región de estudio presenta condiciones climáticas frías y áridas, con intensas precipitaciones en los meses iniciales del año acompañadas de granizo, vientos, alta humedad y cobertura nubosa completa, además de variaciones térmicas abruptas durante el día. Posteriormente, se registran períodos secos con vientos intensos y temperaturas bajo 0°C, generándose heladas frecuentes. La colectividad de Canchi Huañingora exhibe una topografía predominantemente accidentada en las áreas elevadas y plana en las áreas baja y media, con inclinaciones que oscilan entre 0% y superiores al 2%

3.3.7. Ubicación

Figura 10

Zona de Estudio



3.3.8. Rutas y Accesos

Tabla 11

Accesibilidad

Tramo	Distancia	Tipo de vía	Tiempo
Puno - Juliaca	45 km	Asfaltada	45 min.
Juliaca - Caracoto	15 km	Asfaltada	15 min.
Caracoto – Canchi Huañingora	25 km	Trocha	50 min

Nota. Tomado del Ministerio de Transportes.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE DATOS

El aspecto fundamental en la simulación hidráulica radica en caracterizar correctamente las operaciones del sistema de comercialización de H2O dulce y todos sus elementos constitutivos. Existen múltiples herramientas para este fin, como el programa WATERGEMS, que permite optimizar las líneas de las tuberías para maximizar la eficiencia del sistema y agilizar los tiempos de ejecución del proyecto.

WaterGEMS es una plataforma de simulación que genera múltiples escenarios operativos para redes de distribución hídrica mediante modelado paramétrico, permitiendo el recalibrado de diámetros de tuberías para optimizar la eficacia del sistema.

4.2. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

En la fase inicial se priorizarán los sectores uno y dos de la comunidad, dado que existe infraestructura preinstalada. Se ejecutará una simulación hidráulica con data actual del área para diagnosticar y cuantificar las presiones operativas reales en la red, siguiendo estrictamente el Estatuto Nacional de Construcciones, en particular las normas técnicas OS.010 y OS.050.

Subsecuentemente, se establecerá un horizonte de proyecto que permitirá proyectar la población futura del sector. Adicionalmente, se considerarán las fluctuaciones máximas de consumo diarias y horarias registradas en la comunidad, parámetros que determinarán los caudales de diseño para las condiciones de demanda máxima diaria y máxima horaria.

4.2.1. Población actual

Según registros estadísticos vigentes, la comunidad beneficiaria posee un total de 74 núcleos familiares, adicionalmente cuenta con dos centros educativos en su jurisdicción. Considerando la densidad poblacional media establecida de 5 individuos por unidad habitacional, se obtiene una urbe actual estimada de 395 personas.

4.2.2. Dotación

Debido a que la colectividad objeto de análisis se localiza en una región de clima frío, se aplicará lo señalado en la normativa OS.100 del Estatuto Nacional de Construcciones, considerando una tripulación promedio de 60 l por persona a la jornada.

Tabla 12

Dotación diaria por habitante por día.

Descripción	Clima	
	Frio	Cálido y templado
Sist. Con conex. Domic.	180 l/hab./día	220 l/hab./día
Lotes menores a 90 m2	120 l/hab./día	150 l/hab./día
Ámbito rural	60 l/hab./día	80 l/hab./día
Camión cisterna y piletas públicas	30 l/hab./día	50 l/hab./día

Nota. Tomado del R.N.E.

4.2.3. Coeficientes de variaciones de consumo

La normativa del Estatuto Nacional de Construcciones establece para el territorio peruano un coeficiente de variación diaria (K1) de 1.3, mientras

que el coeficiente de variación horaria (K2) oscila entre 1.8 y 2.5, en función del desarrollo demográfico de la localidad.

4.2.4. Comportamiento Hidráulico

Tuberías

En conducciones a presión se generan pérdidas energéticas por rozamiento, originadas primordialmente por el flujo del líquido, las cuales están influenciadas por múltiples variables como la pegajosidad del fluido, densidades, prontitud de circulación, características del material y otros parámetros. Considerando estos factores y mediante el análisis de las formulaciones desarrolladas por diversos investigadores (Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, Manning y Chezy), se puede derivar la siguiente expresión fundamenta:

$$h_L = AQ^B$$

Donde:

h_L: *pérdida de carga*

Q: caudal

A: coeficiente de resistencia

B: exponente de caudal

Cabe destacar que el coeficiente de rugosidad varía según la expresión matemática empleada por los autores referidos, por lo que se adjunta una tabla comparativa que especifica el exponente de caudal y las formulaciones de coeficiente de firmeza correspondientes a cada metodología.

Tabla 13

Pérdida de Carga (tuberías a presión)

Fórmula	Coeficiente de resistencia (A)	Exponente del caudal (B)
Hazen – Williams	$10.674\ C^{-1.852}\ d^{-4.871}\ L$	1.852
Darcy – Weisbach	$0.0827\ f(\varepsilon.\ d.\ O)\ d^{-5}\ L$	2
Chezy - Manning	$10.294\ n^2\ d^{-5.33}\ L$	2

Nota. Tomado del R.N.E.

donde:
C: coeficiente de rugosidad de Hazen-Williams
ε: coeficiente de rugosidad de Darcy-Weisbach (m)
f: factor de fricción (depende de ε, d y Q)
n: coeficiente de rugosidad de Manning
d: diámetro de la tubería (m)
L: longitud de la tubería (m)
Q: caudal (m^3/seg)

Es preciso señalar que el coeficiente de pliegue se establece en función de la naturaleza y el material del conducto empleado en la red de colocación. Posteriormente, se exponen los valores de rugosidad propuestos por diversos autores para una variedad de materiales:

Tabla 14

Rugosidades para Tuberías

Material	C Hazen – Williams (universal)	Ɛ Darcy – Weisbach (mm)	n Manning (universal)
Fundición	130 – 140	0.26	0.012 – 0.015
Hormigón	120 – 140	0.3 – 3.0	0.012 – 0.017
Hierro galvanizado	120	0.15	0.015 – 0.017
Plástico PVC	140 – 150	0.0015	0.011 – 0.015
Acero	140 – 150	0.045	0.015 – 0.017
Cerámica	110	0.3	0.013 – 0.015

Nota. Tomado del R.N.E.

Caudales de Diseño

Con base en la información proporcionada:

- Número actual de residentes: 395
- Proyección demográfica para 2035: 454 residentes
- Asignación de agua por persona y día: 60 litros
- Factor de variación cotidiana (K1): 1.3
- Factor de variación horaria (K2): 2.5

Caudal Promedio (Q_M)

Se esgrime la ecuación que considera la urbe futura, la personal por habitante y la cantidad de seg., en un día para el cálculo:

$$Qm = Pf * \frac{Dot}{86400}$$

$$Qm = 454 * \frac{60}{86400}$$

$$Qm = 0.32 \text{ lt/s}$$

Caudal Máximo Diario (Q_{MD})

Tras automatizar el caudal medio, es ineludible aplicarle el coeficiente de mayoración cotidiano para determinar el caudal máximo cotidiano.

$$Qmd = Qm * K_1$$

$$Qmd = 0.32 * 1.3 = 0.42 \text{ litros/segundo}$$

Caudal Máximo Horario (Q_{MH})

Tras obtener el caudal mayor cotidiano, este se afecta por un coeficiente de mayoración horaria -cuyo valor, comprendido entre 1.8 y 2.5, está en función de la urbe futura apreciada- para automatizar el caudal máximo horario.

$$Qmh = Qmd * K_2$$

Qmh = 0.42 * 2.5 = 1.05 litros/segundo

4.2.5. Consumos en la red de distribución

Conforme con lo concreto en el R.N.E., la ingesta promedio en la red de H2O dulce se establece considerando el valor superior entre los caudales máximos diario y horarios calculados. Para los fines de esta investigación, el cálculo de demandas se ejecutará por medio del método de sitios tributarios, técnica que permite determinar el caudal de salida en cada nodo de la red.

$$CPH = \frac{Qp}{\#\ DE\ HABITANES}\ l$$

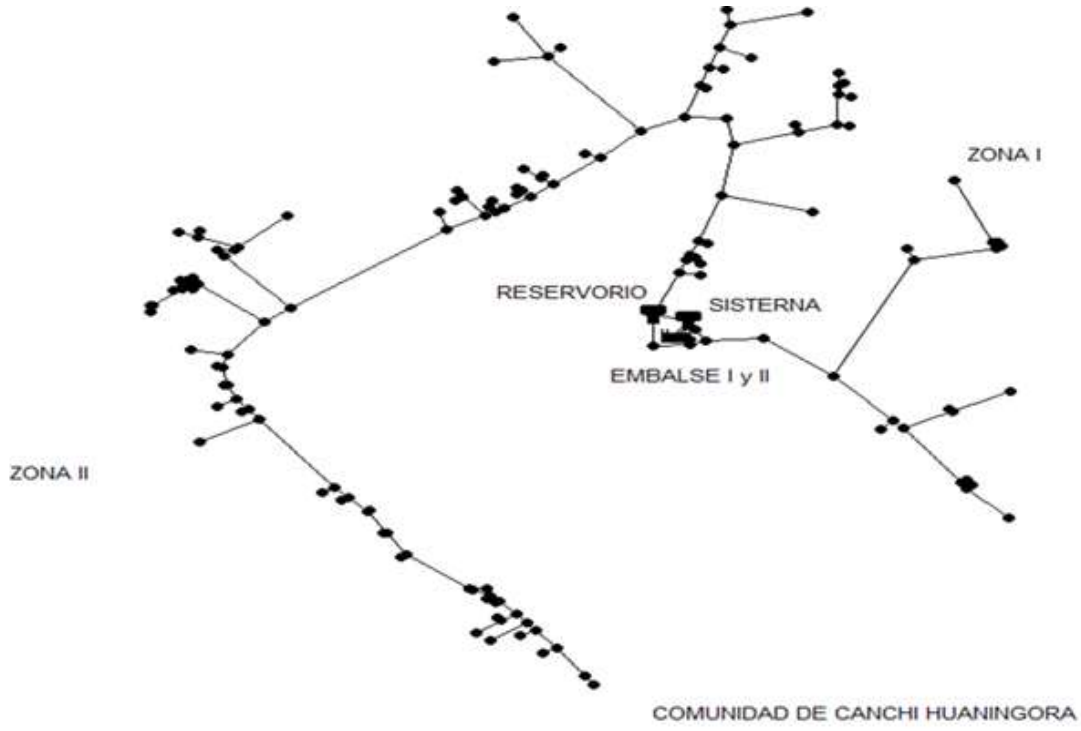
CPH = 0.011291

4.3. REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA

Para tal fin, se tomarán en cuenta tanto los tramos de conducciones como las redes de colocación, lo que posibilitará la elaboración de un calibre inicial sintético del sistema de suministro hídrico de la localidad.

Figura 11

Representación de la red de distribución



4.4. MODELACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Esta investigación utilizó modelos exactos implementados en 3 programas especializados: AutoCAD Civil 3D, WaterGEMS y ArcGIS. Esta integración tecnológica admitió desarrollar un modelo integral del sistema de H2O dulce de la colectividad de Canchi – Huañingora, detectando las anomalías responsables de la disminución de presión. La aplicación de estos softwares agilizó significativamente el proceso de modelado, facilitó la identificación inmediata de problemáticas y permitió simular múltiples escenarios hasta conseguir los contextos hidráulicos óptimas para el funcionamiento eficaz del sistema.

Figura 12

Situación base del sistema

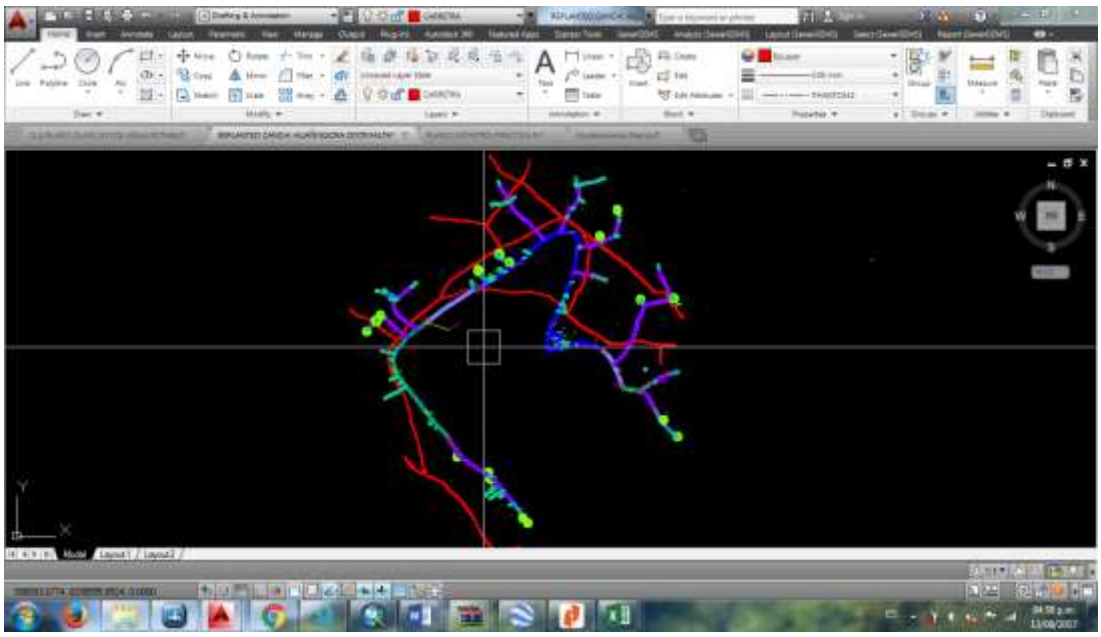


Figura 13

Determinación de coordenadas, caudal por unidad de área y mallas de tuberías para su integración en WaterGEMS

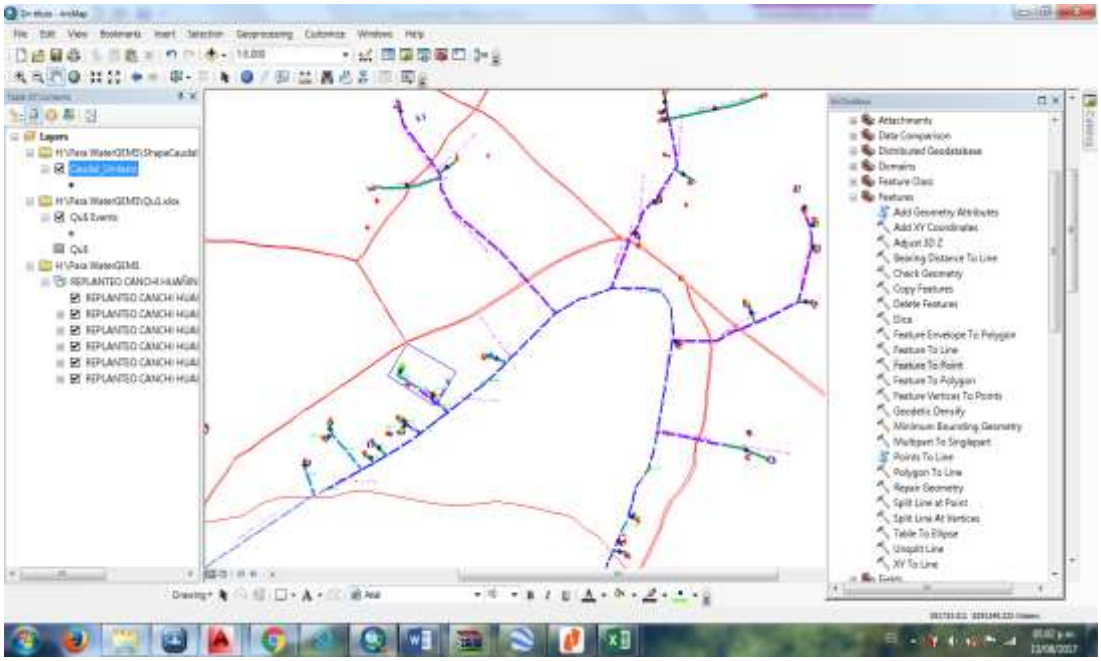
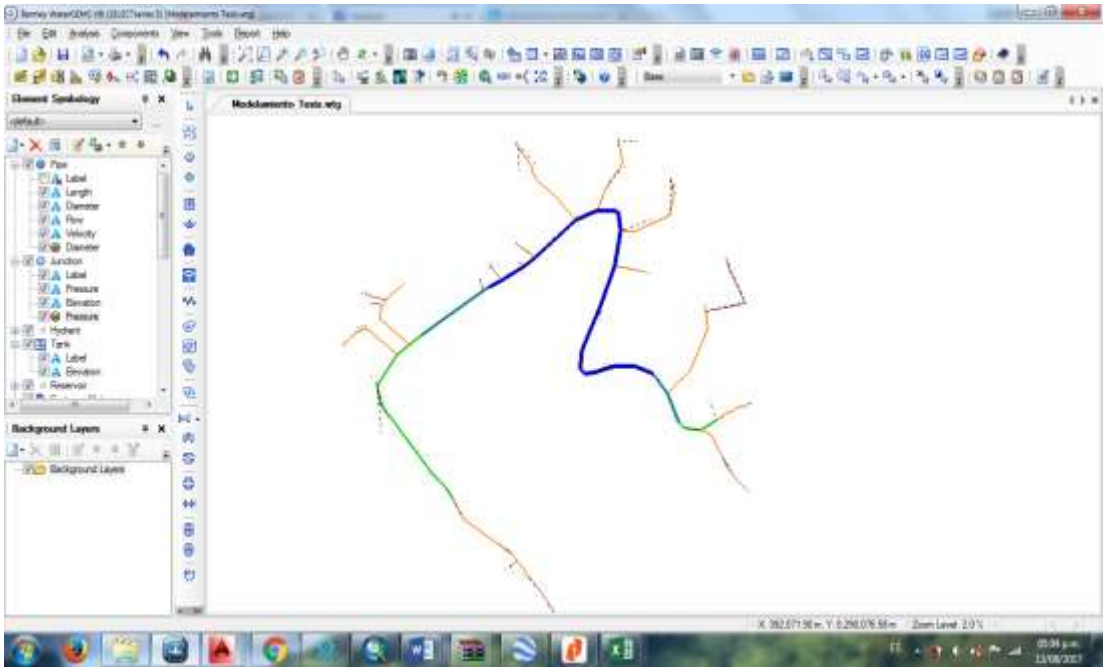


Figura 14

Modelamiento en el WaterGEMS



A continuación, mostramos el procedimiento:

Figura 15

Exportamos desde Civil 3D en formato DXF la geometría de la red de distribución, las acometidas y las cotas de elevación, entre otros elementos.

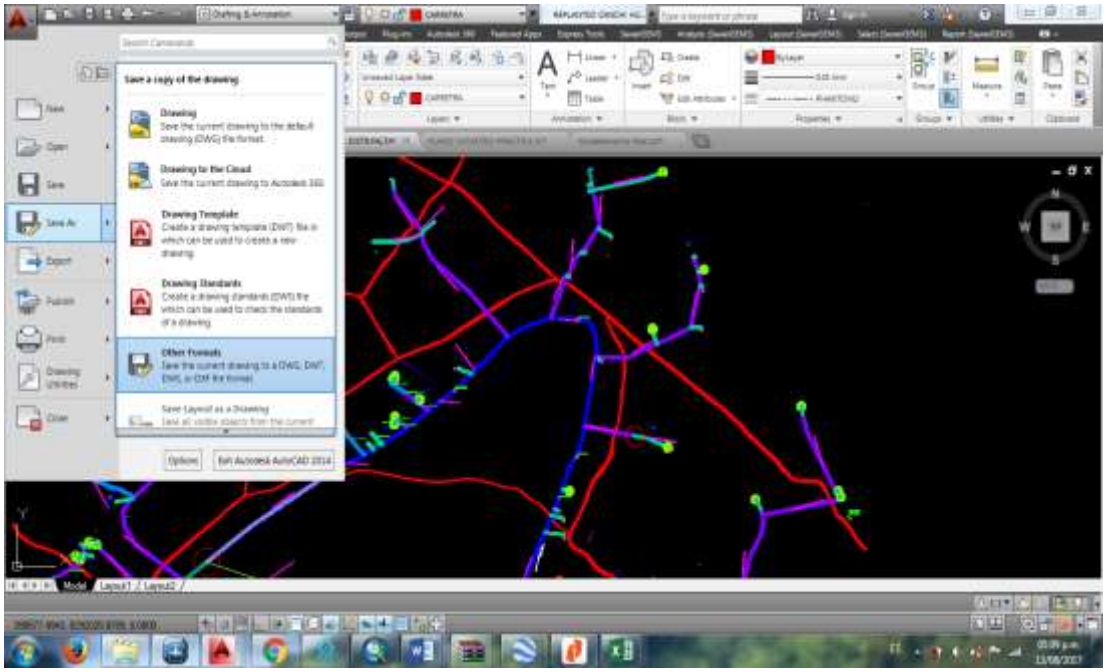


Figura 16

Poseemos la extensión DXF, para importar al ArcGIS y establecer ejes y Caudales unitarios.

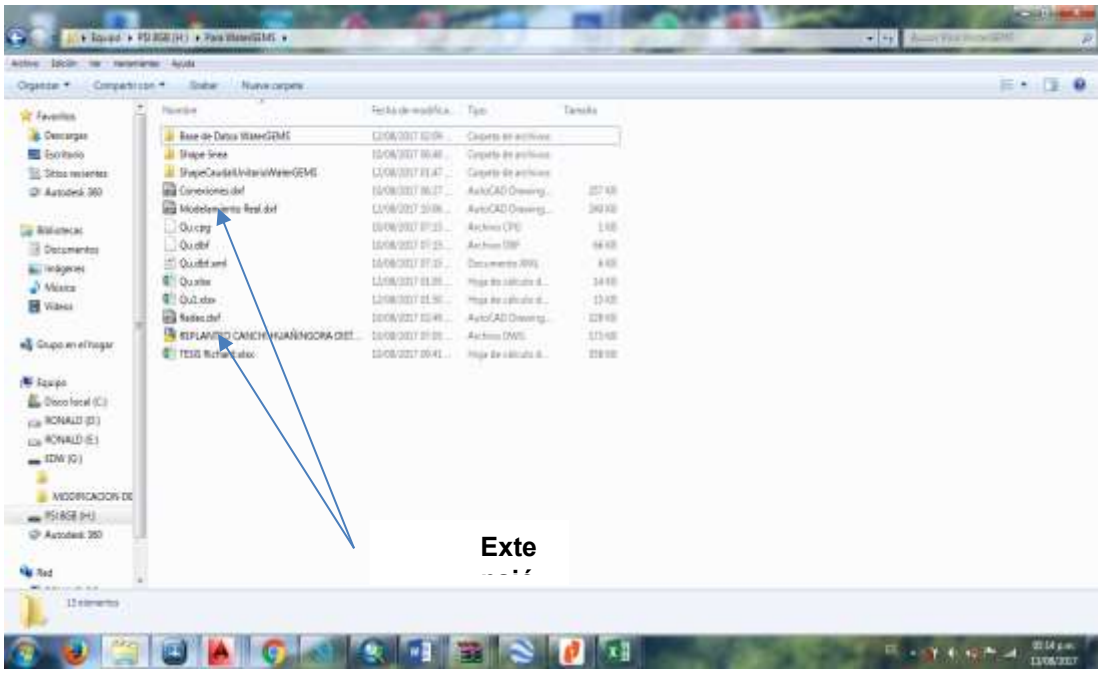


Figura 17

Carga de archivos en formato DXF que contienen la modelización de la red matriz y las acometidas

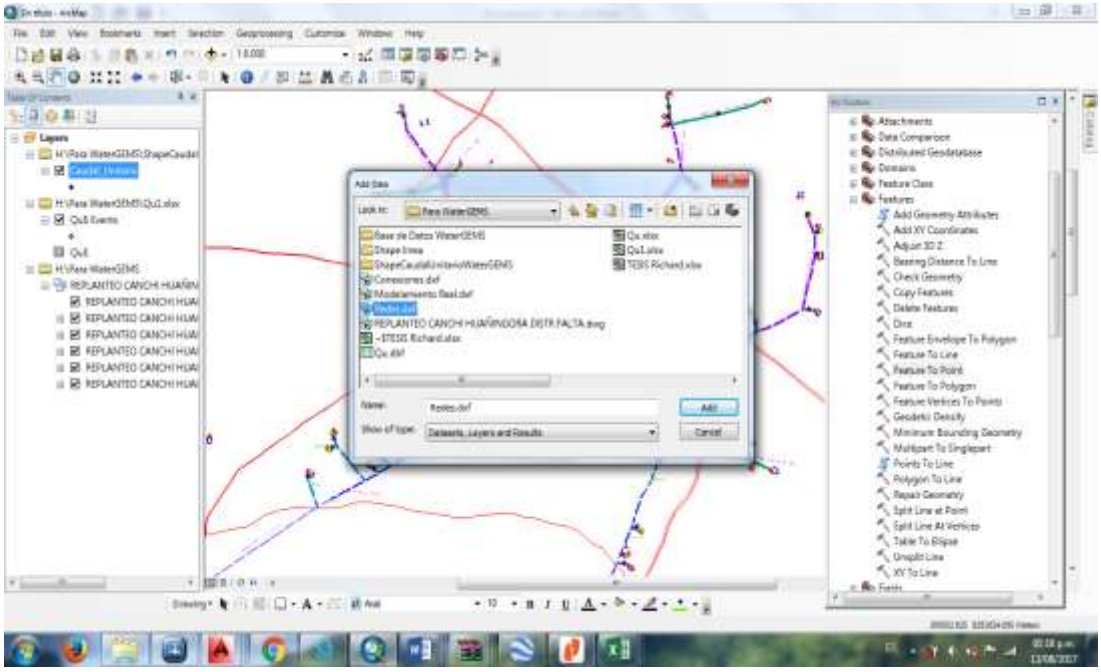


Figura 18

Determinación de las coordenadas geográficas y el gasto unitario correspondiente a cada conexión domiciliaria

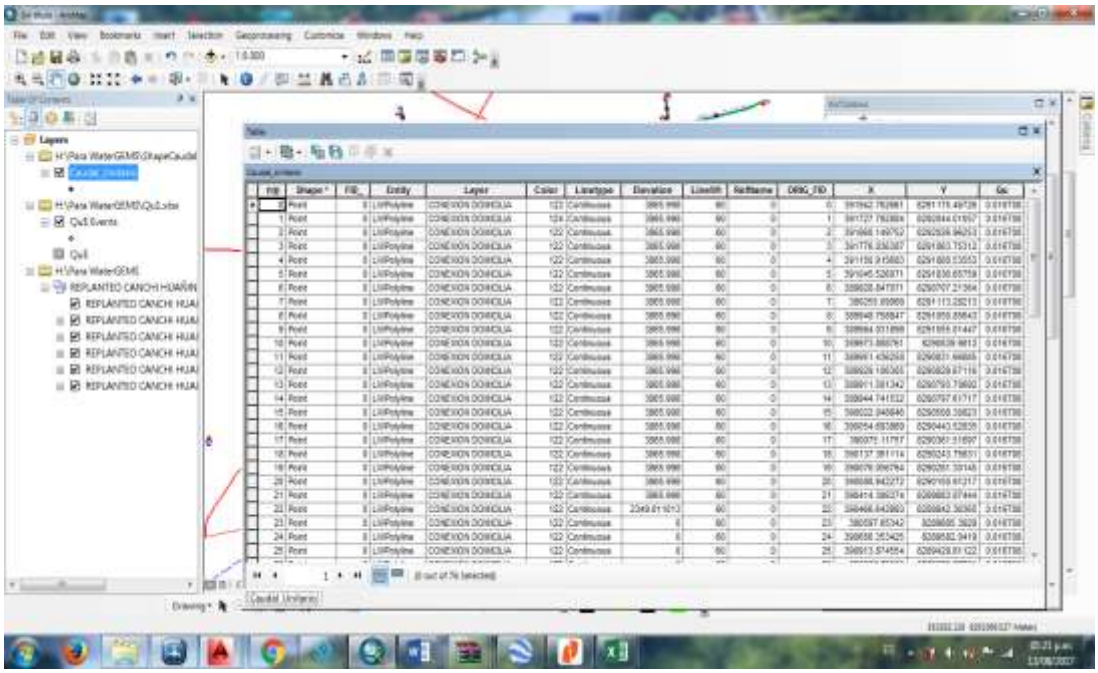


Figura 19

Por medio del uso de hojas de cálculo de Excel, se efectuó un censo integral de la población beneficiaria, registrando el número de individuos por vivienda y clasificando la información por género y grupos etarios.

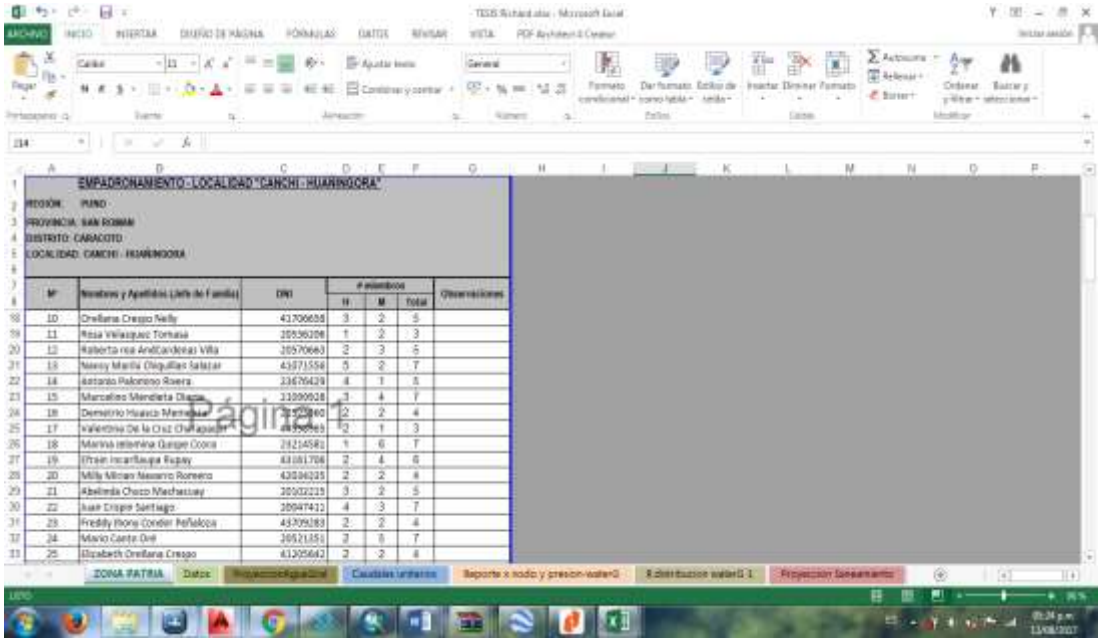


Figura 20

Se examinó el censo poblacional y el número de residentes que utilizan el sistema de abastecimiento.

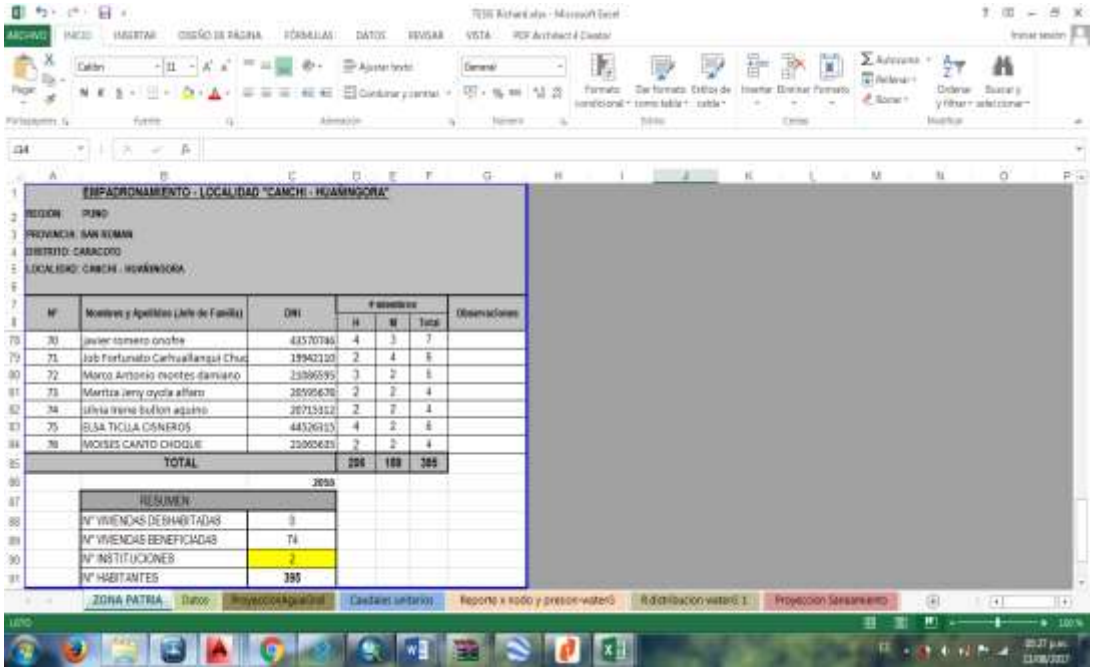


Figura 21

Asimismo se ejecuta la digitalización para las particularidades de la localidad.

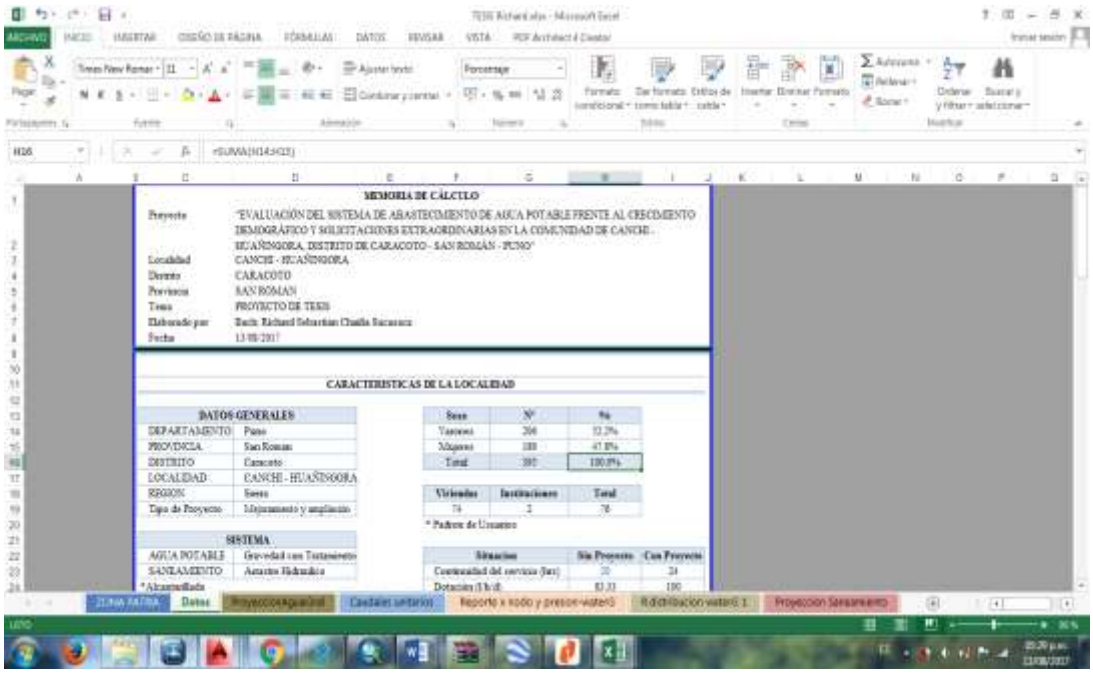


Figura 22

Se ejecutó el cálculo correspondiente utilizando datos del área y considerando los parámetros establecidos por la normativa peruana, procediendo con ello a determinar la Demanda.

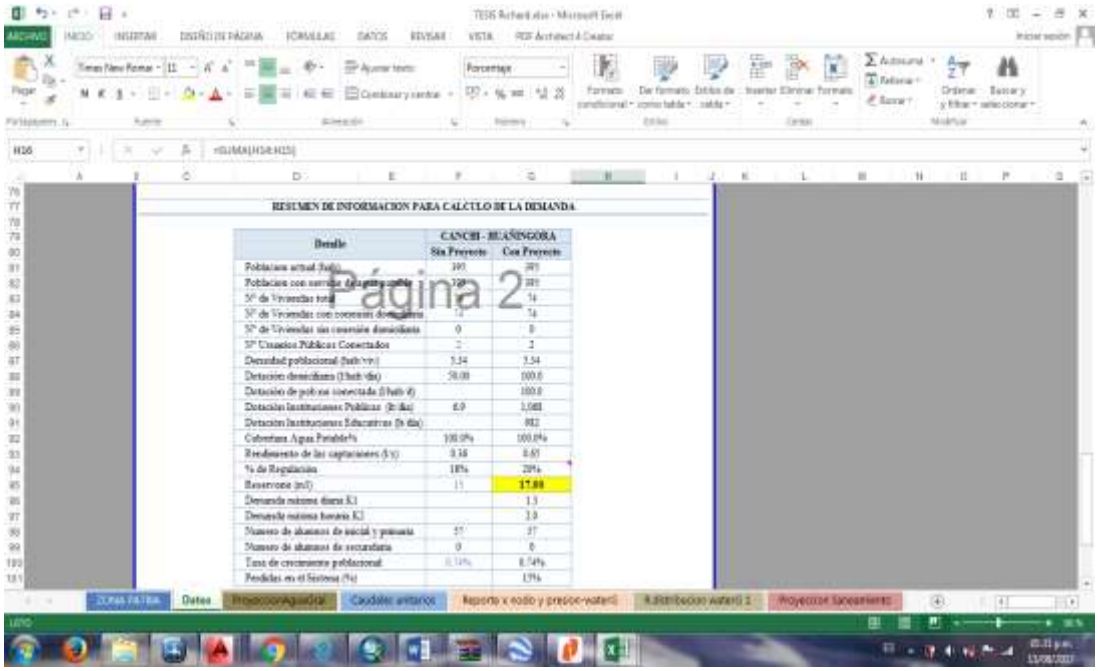


Figura 23

Se realizó la proyección de la demanda hídrica para un horizonte de diseño de 20 años

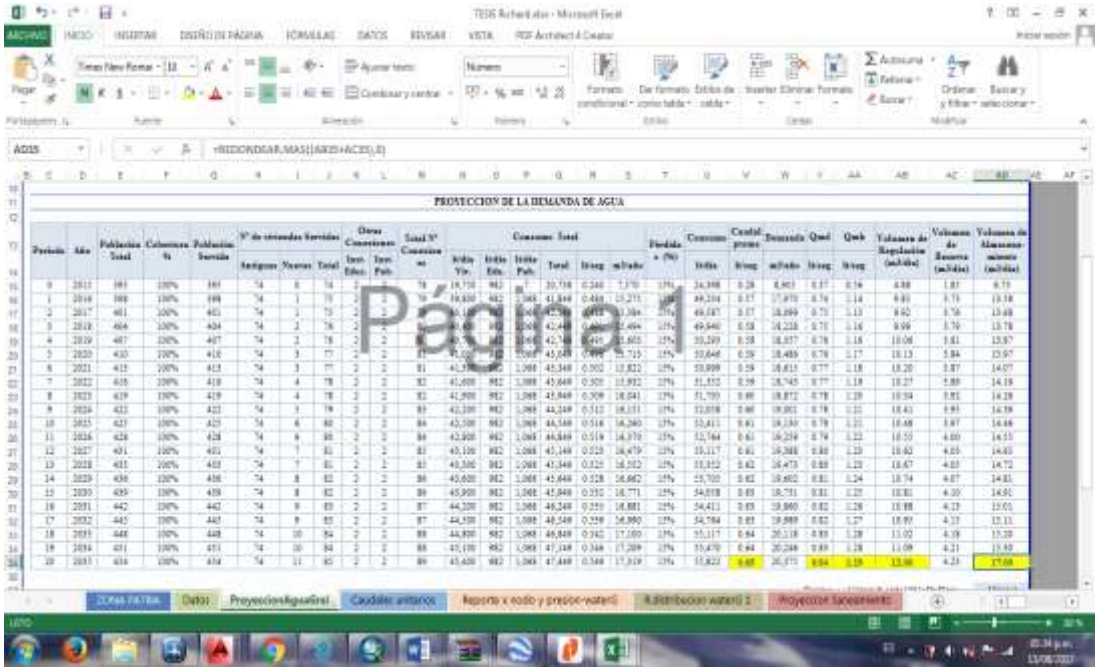


Figura 24

Con la información previa, se procesa el informe de consumos unitarios correspondiente a cada unidad habitacional.

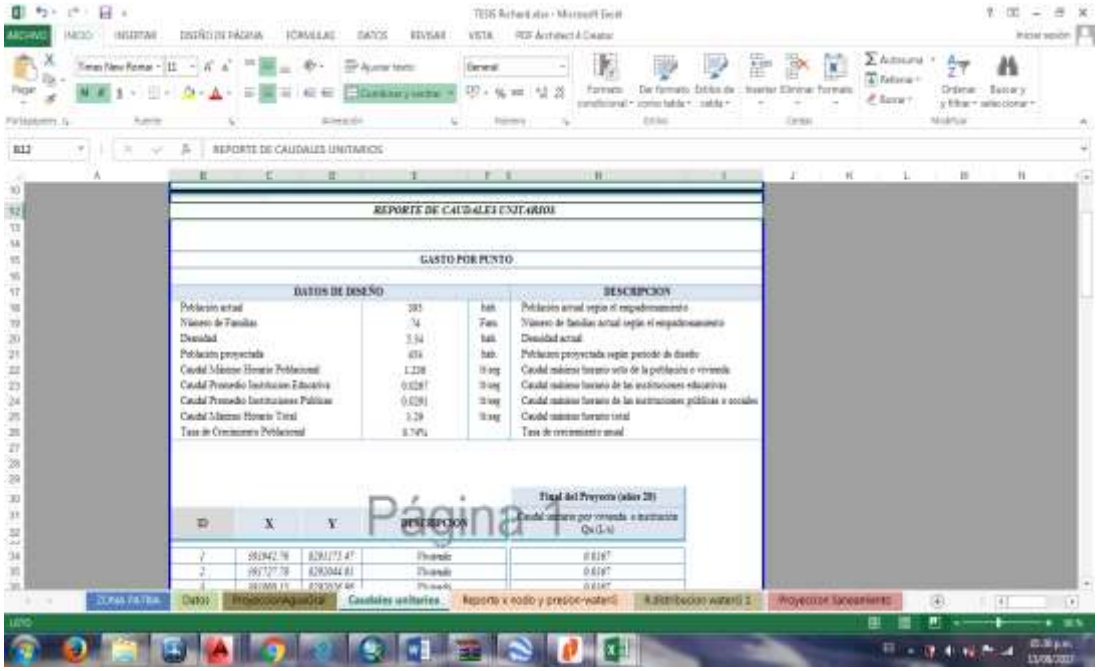


Figura 25

Con toda la información recopilada, se determina el Caudal Máximo Horario (QMH), parámetro que será exportado al software ArcGIS para su análisis espacial.

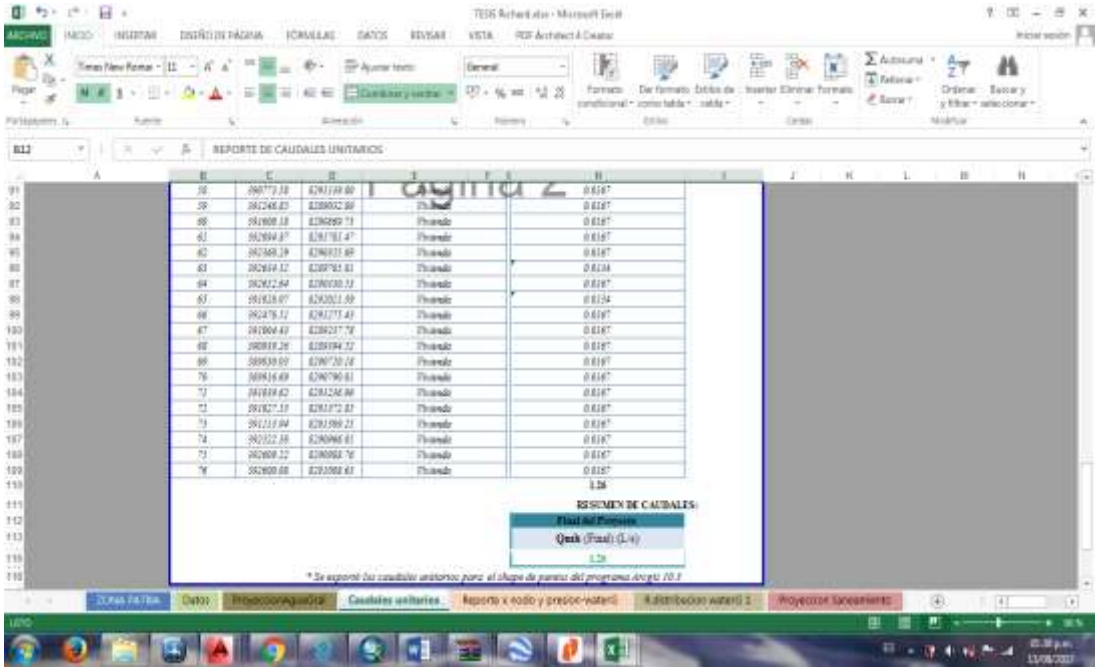


Figura 26

Interesamos toda la pesquisa anterior al WaterGEMS y ejecutamos el modelamiento.

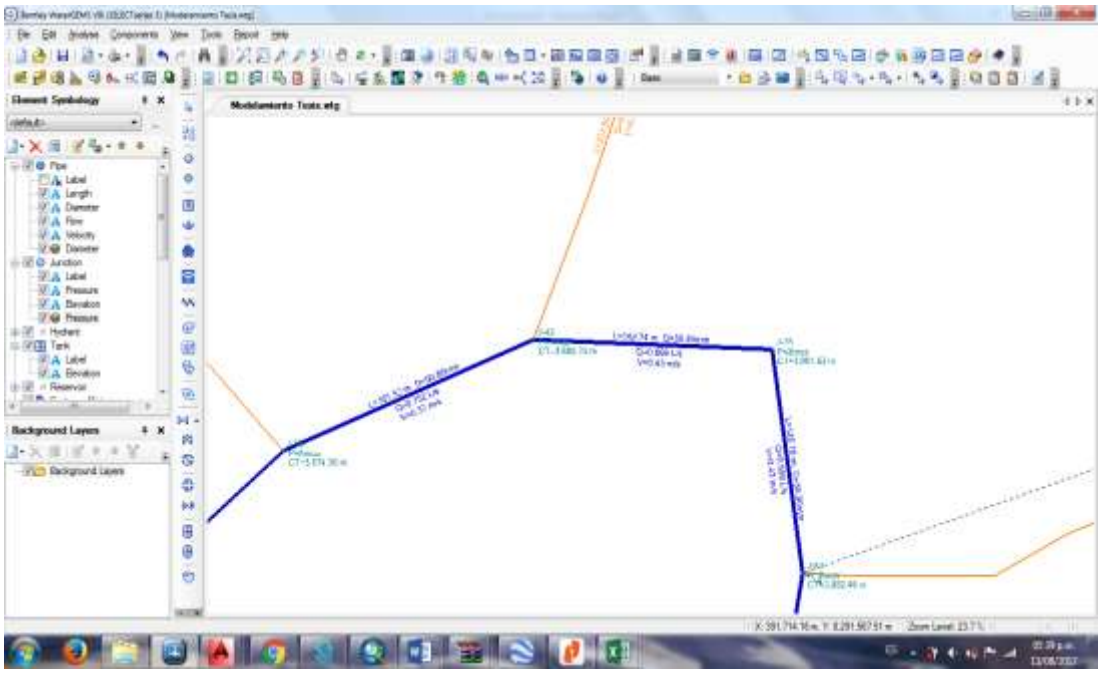


Figura 27

Al ejecutar el software, este genera un mensaje que indica la ausencia de errores durante el procesamiento de la información.

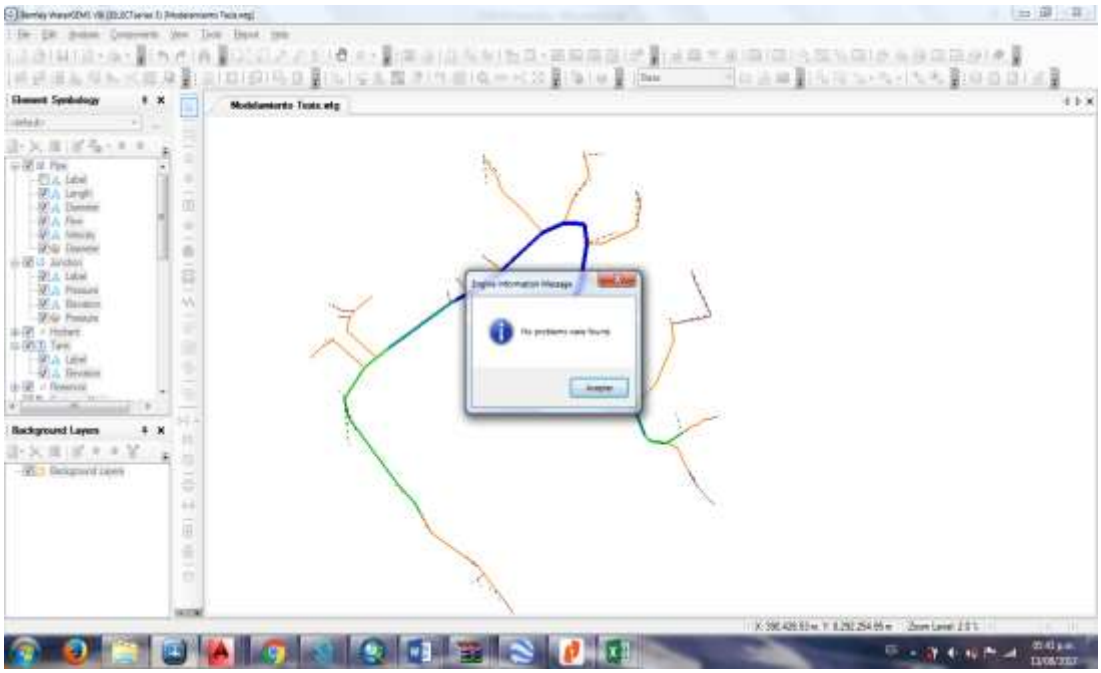


Figura 28

Durante la ejecución del software, se generó una ventana que alerta sobre la presencia de presiones negativas. El programa identificó que en esos puntos específicos no existe suministro adecuado, considerando que el modelo fue elaborado con la configuración actual de tuberías.

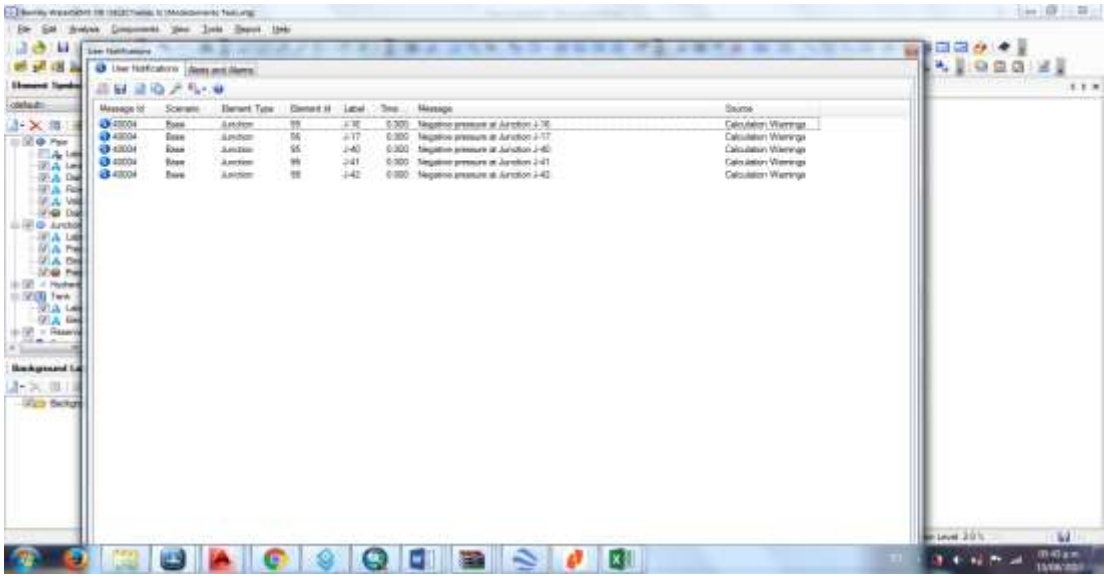


Figura 29

El modelado hidráulico del sistema existente indica que en el nodo J-42 se presenta una presión negativa de -10 mca, lo que implica la ausencia total de suministro de agua en ese punto.

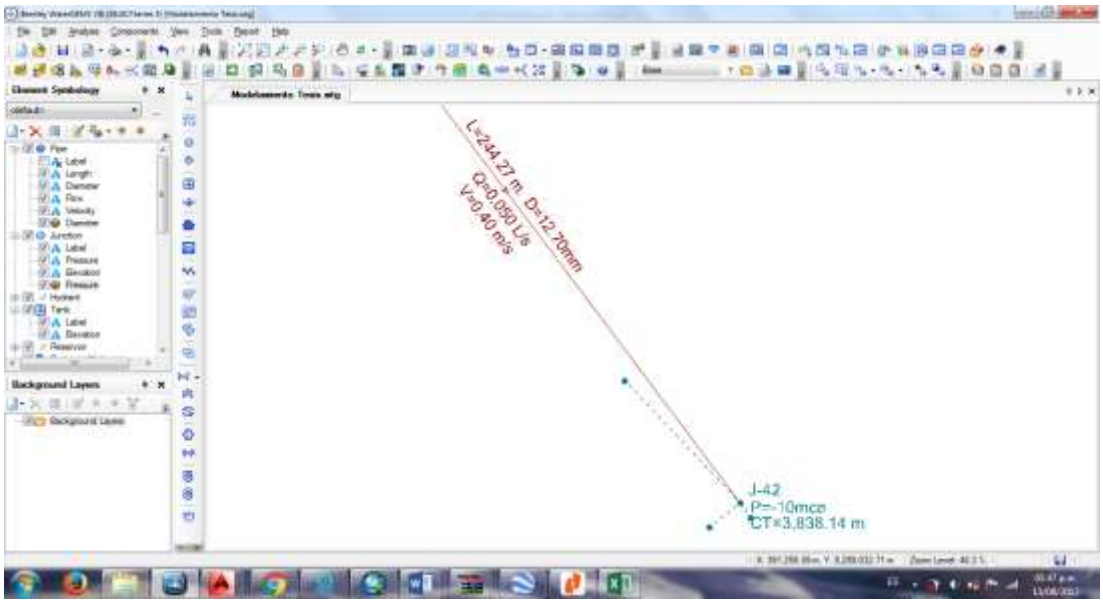


Figura 30

De igual forma, en el nodo J-41 se registra una presión negativa de -9 metros de columna de agua

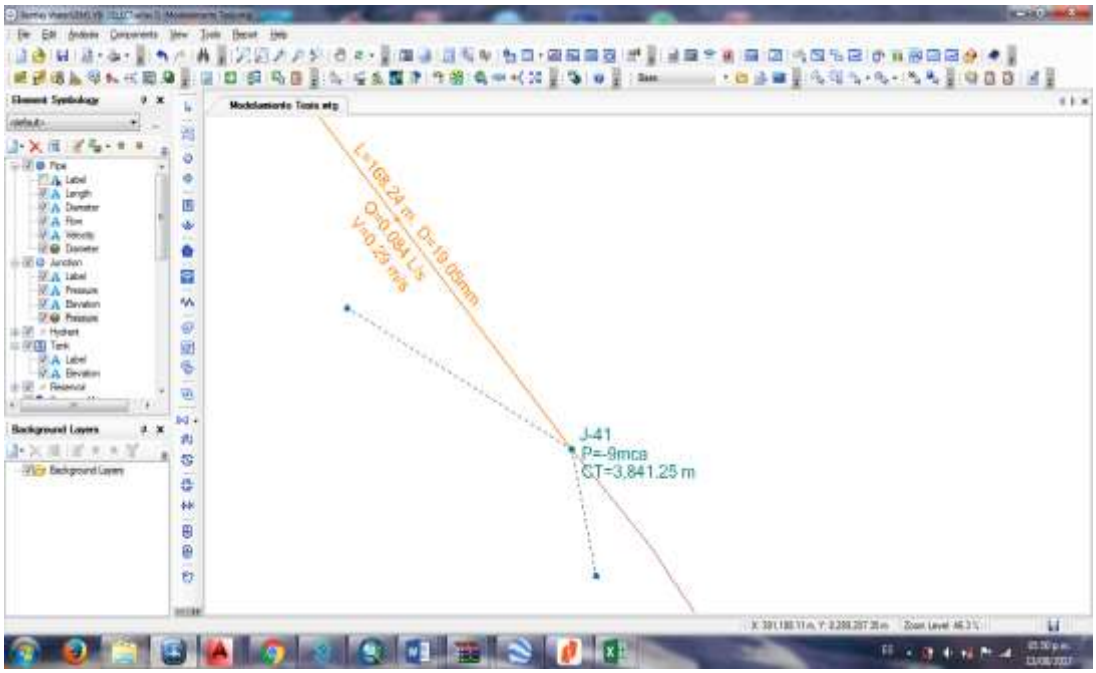


Figura 31

Los nodos J-40, J-16 y J-14 presentan presiones negativas en el rango de -9 a -10 metros de columna de agua

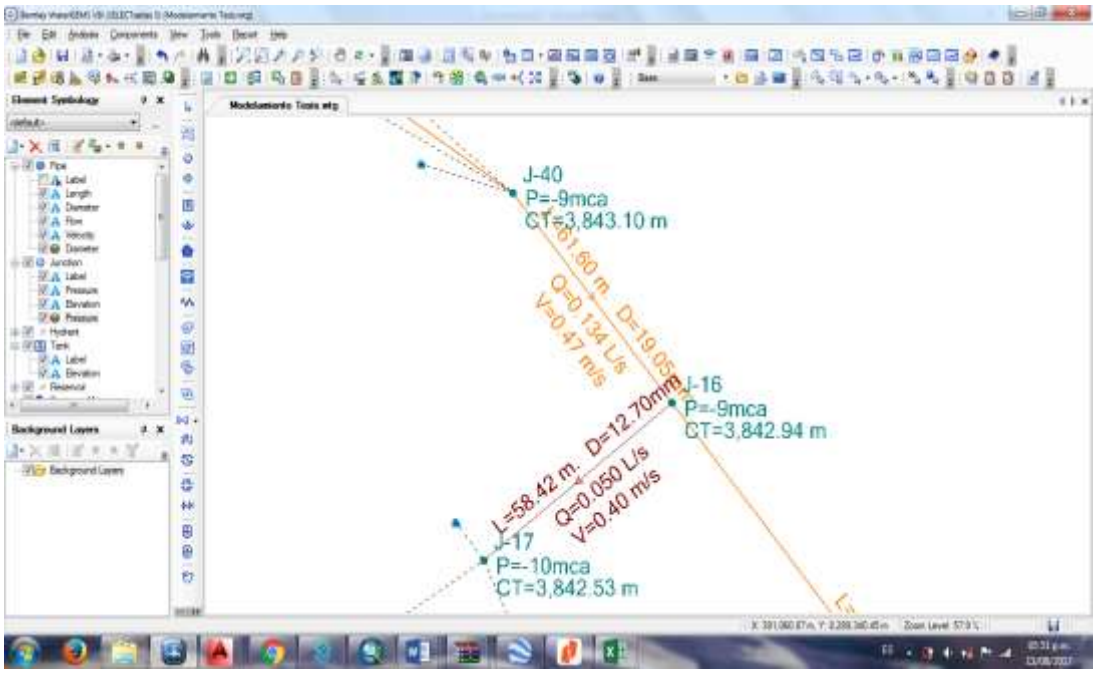


Figura 32

Los nodos J-38, J-10, J-11, J-59, J-35, J-36, J-54, J-58, J-59, J-43, J-75, J-53, J-71, J-34, J-70, J-67, J-65 y J-39 ostentan presiones dentro del rango de 1 a 9 m de columna de agua.

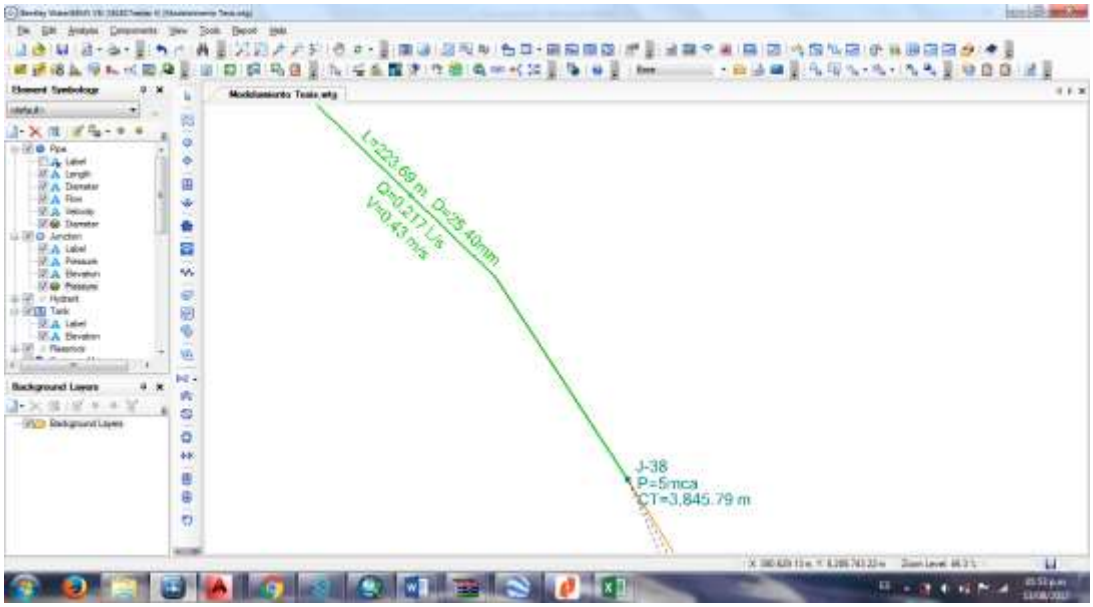


Figura 33

En el resto de los nodos, las presiones superan los 10 mca, cumpliendo así con el reglamento establecido para valores de presión.

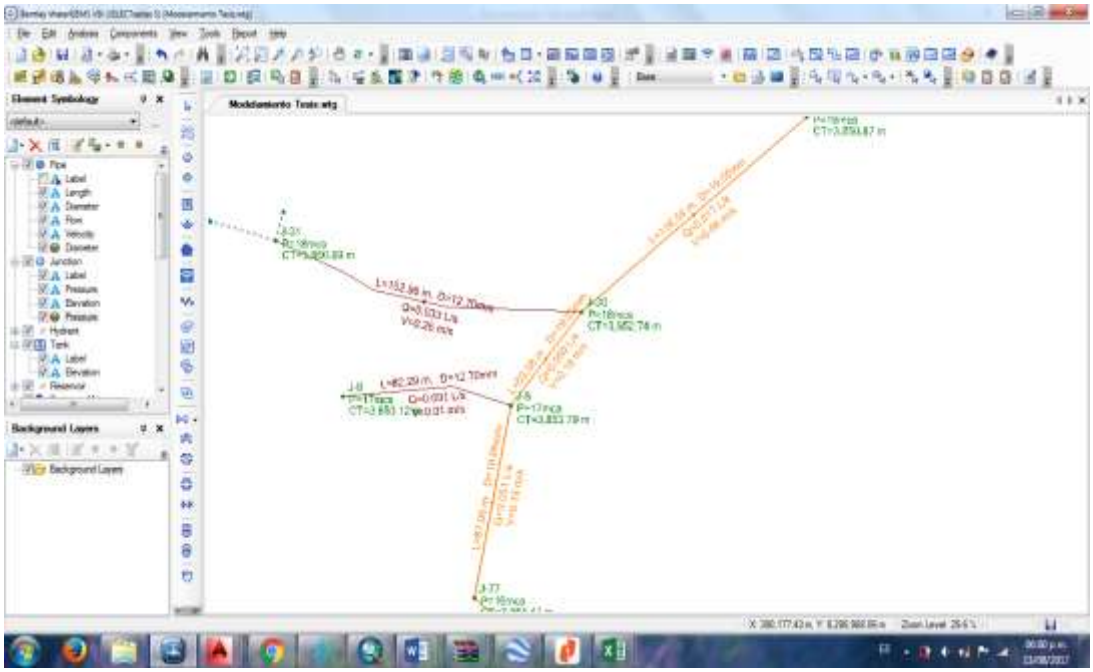


Figura 34

Es posible observar los resultados de flujos, donde el software indica la presencia de gastos negativos en varios tramos de la red

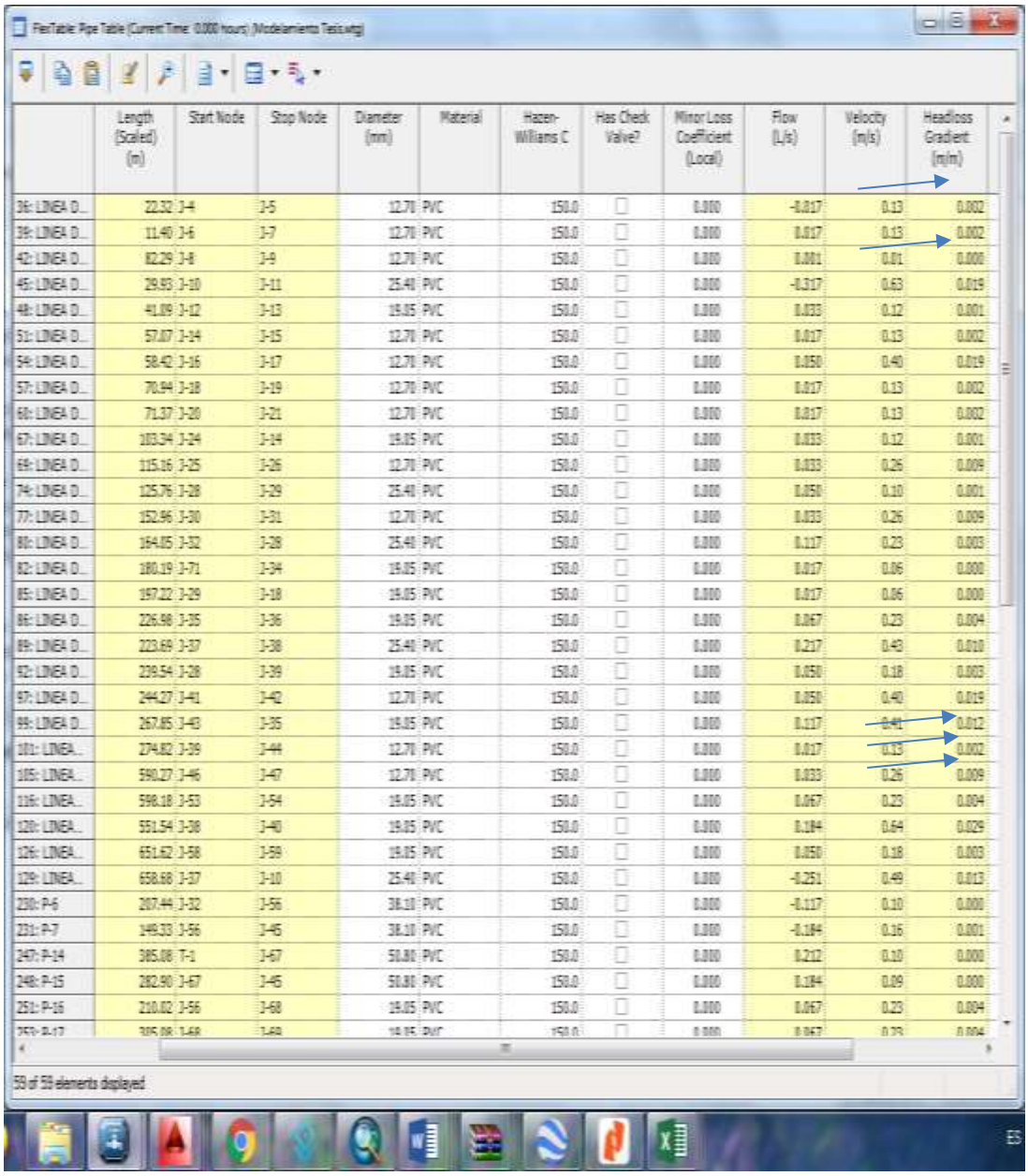
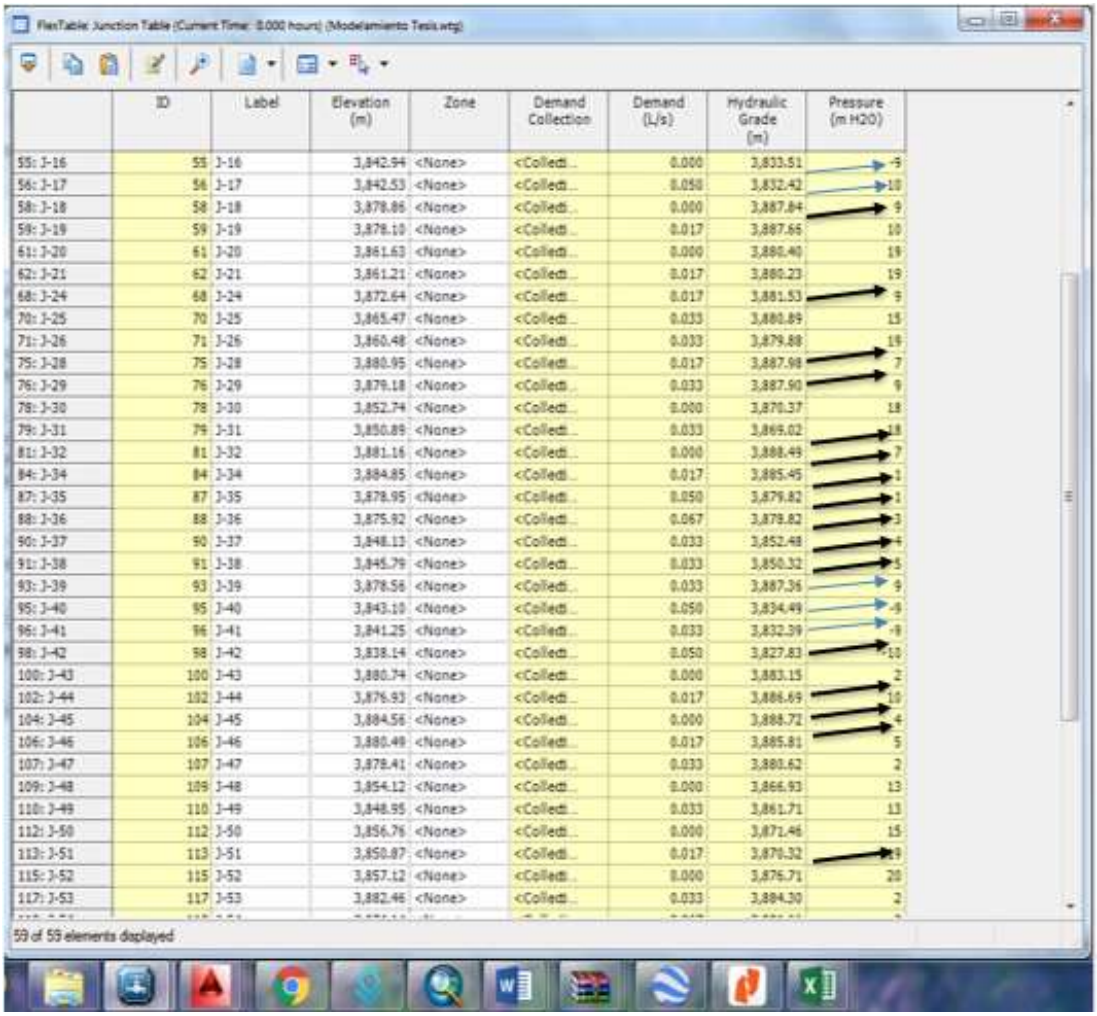


Figura 35

Se analizaron las presiones en los nodos previamente definidos, identificando la existencia de valores negativos, considerando que el modelo fue configurado según las condiciones reales del sistema

→ Los valores de presión entre 1 y 9 mca no satisfacen el requisito de presión mínima

→ Las presiones negativas (inferiores a 0 mca) indican la ausencia total de suministro de agua en esos puntos



4.5. RESULTADOS

Figura 36

Mediante la modificación de diámetros en varios tramos de la red, se consiguió optimizar los niveles de presiones. El aumento de las dimensiones de las tuberías, en concordancia con las características topográficas del terreno, permitió mejorar el comportamiento hidráulico del sistema.

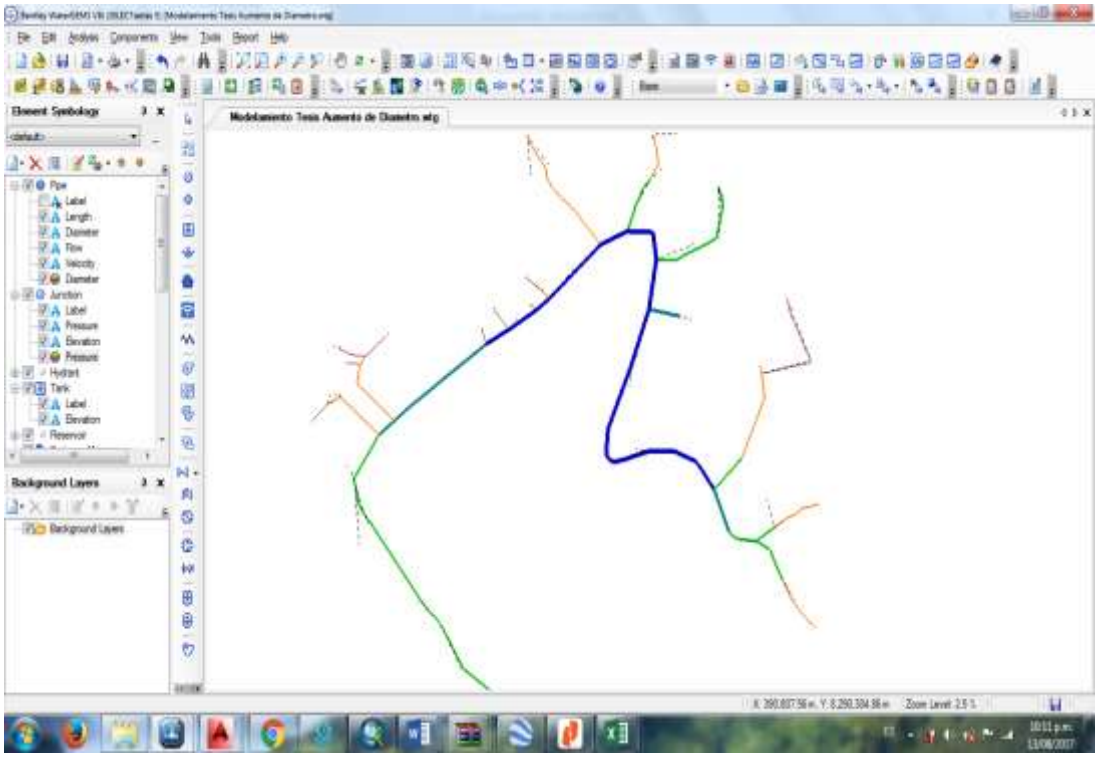
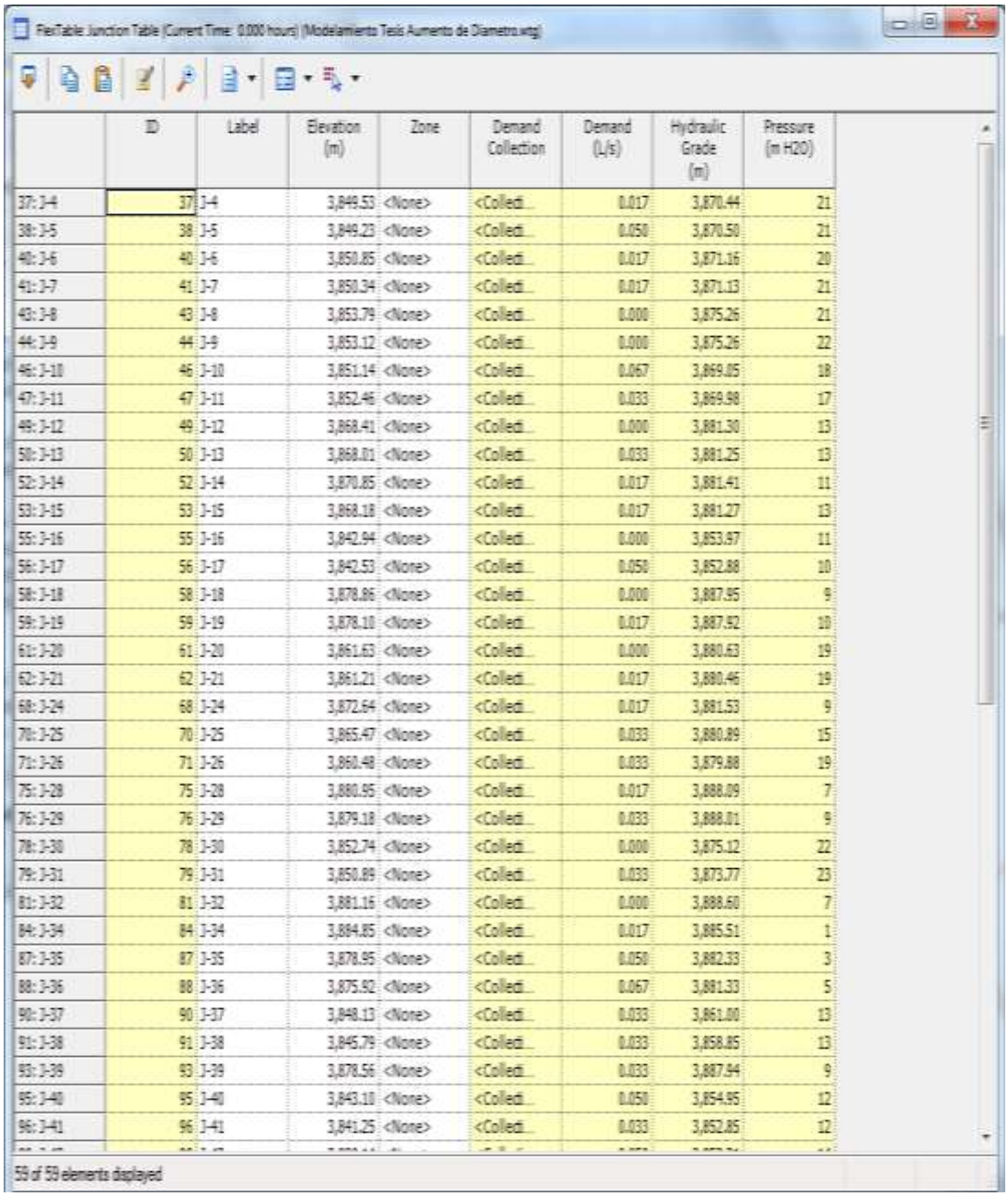


Figura 37

Se ha eliminado la presencia de presiones negativas, observándose una mejora significativa en los niveles de presión en la mayoría de los nodos de la red.


FlexTable: Junction Table (Current Time: 0.000 hours) (Modelamiento Tesis Aumento de Diametro.wtg)

	ID	Label	Elevation (m)	Zone	Demand Collection	Demand (L/s)	Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H20)
37: J-4	37	J-4	3,849.53	<None>	<Colleti...	0.017	3,870.44	21
38: J-5	38	J-5	3,849.23	<None>	<Colleti...	0.050	3,870.50	21
40: J-6	40	J-6	3,850.85	<None>	<Colleti...	0.017	3,871.16	20
41: J-7	41	J-7	3,850.34	<None>	<Colleti...	0.017	3,871.13	21
43: J-8	43	J-8	3,853.79	<None>	<Colleti...	0.000	3,875.26	21
44: J-9	44	J-9	3,853.12	<None>	<Colleti...	0.000	3,875.26	22
46: J-10	46	J-10	3,851.14	<None>	<Colleti...	0.067	3,869.05	18
47: J-11	47	J-11	3,852.46	<None>	<Colleti...	0.033	3,869.98	17
49: J-12	49	J-12	3,868.41	<None>	<Colleti...	0.000	3,881.30	13
50: J-13	50	J-13	3,868.01	<None>	<Colleti...	0.033	3,881.25	13
52: J-14	52	J-14	3,870.85	<None>	<Colleti...	0.017	3,881.41	11
53: J-15	53	J-15	3,868.18	<None>	<Colleti...	0.017	3,881.27	13
55: J-16	55	J-16	3,842.94	<None>	<Colleti...	0.000	3,853.97	11
56: J-17	56	J-17	3,842.53	<None>	<Colleti...	0.050	3,852.88	10
58: J-18	58	J-18	3,878.86	<None>	<Colleti...	0.000	3,887.95	9
59: J-19	59	J-19	3,878.10	<None>	<Colleti...	0.017	3,887.92	10
61: J-20	61	J-20	3,861.63	<None>	<Colleti...	0.000	3,880.63	19
62: J-21	62	J-21	3,861.21	<None>	<Colleti...	0.017	3,880.46	19
68: J-24	68	J-24	3,872.64	<None>	<Colleti...	0.017	3,881.53	9
70: J-25	70	J-25	3,865.47	<None>	<Colleti...	0.033	3,880.89	15
71: J-26	71	J-26	3,860.48	<None>	<Colleti...	0.033	3,879.88	19
75: J-28	75	J-28	3,880.95	<None>	<Colleti...	0.017	3,888.09	7
76: J-29	76	J-29	3,879.18	<None>	<Colleti...	0.033	3,888.01	9
78: J-30	78	J-30	3,852.74	<None>	<Colleti...	0.000	3,875.12	22
79: J-31	79	J-31	3,850.89	<None>	<Colleti...	0.033	3,873.77	23
81: J-32	81	J-32	3,881.16	<None>	<Colleti...	0.000	3,888.60	7
84: J-34	84	J-34	3,884.85	<None>	<Colleti...	0.017	3,885.51	1
87: J-35	87	J-35	3,878.95	<None>	<Colleti...	0.050	3,882.33	3
88: J-36	88	J-36	3,875.92	<None>	<Colleti...	0.067	3,881.33	5
90: J-37	90	J-37	3,848.13	<None>	<Colleti...	0.033	3,861.00	13
91: J-38	91	J-38	3,845.79	<None>	<Colleti...	0.033	3,858.85	13
93: J-39	93	J-39	3,878.56	<None>	<Colleti...	0.033	3,887.94	9
95: J-40	95	J-40	3,843.10	<None>	<Colleti...	0.050	3,854.95	12
96: J-41	96	J-41	3,841.25	<None>	<Colleti...	0.033	3,852.85	12

59 of 59 elements displayed

Figura 38

En determinados tramos de la red se observa un flujo hidráulicamente ineficiente, con presencia de gastos negativos, por lo que se sugiere la instalación de válvulas reguladoras para optimizar el control de caudales.



	Label	Length (Scaled) (m)	Start Node	Stop Node	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Has Check Valve?	Minor Loss Coefficient (Local)	Flow (L/s)	Velocity (m/s)	Headloss Gradient (m/m)
36: LINEA D...	LINEA DE D1...	22.32	J-4	J-5	12.70	PVC	150.0		0.000	-0.017	0.13	0.002
38: LINEA D...	LINEA DE D1...	11.40	J-6	J-7	12.70	PVC	150.0		0.000	0.017	0.13	0.002
42: LINEA D...	LINEA DE D1...	82.29	J-8	J-9	12.70	PVC	150.0		0.000	0.001	0.01	0.000
45: LINEA D...	LINEA DE D1...	47.62	J-10	J-11	25.40	PVC	150.0		0.000	-0.317	0.63	0.019
48: LINEA D...	LINEA DE D1...	41.09	J-12	J-13	19.05	PVC	150.0		0.000	0.033	0.12	0.001
51: LINEA D...	LINEA DE D1...	57.07	J-14	J-15	12.70	PVC	150.0		0.000	0.017	0.13	0.002
54: LINEA D...	LINEA DE D1...	58.42	J-16	J-17	12.70	PVC	150.0		0.000	0.050	0.40	0.019
57: LINEA D...	LINEA DE D1...	70.94	J-18	J-19	19.05	PVC	150.0		0.000	0.017	0.06	0.000
60: LINEA D...	LINEA DE D1...	71.37	J-20	J-21	12.70	PVC	150.0		0.000	0.017	0.13	0.002
67: LINEA D...	LINEA DE D1...	103.34	J-24	J-14	19.05	PVC	150.0		0.000	0.033	0.12	0.001
69: LINEA D...	LINEA DE D1...	115.16	J-25	J-26	12.70	PVC	150.0		0.000	0.033	0.26	0.009
74: LINEA D...	LINEA DE D1...	125.76	J-28	J-29	25.40	PVC	150.0		0.000	0.050	0.10	0.001
77: LINEA D...	LINEA DE D1...	152.96	J-30	J-31	12.70	PVC	150.0		0.000	0.033	0.26	0.009
80: LINEA D...	LINEA DE D1...	164.05	J-32	J-28	25.40	PVC	150.0		0.000	0.117	0.23	0.003
82: LINEA D...	LINEA DE D1...	180.19	J-71	J-34	38.10	PVC	150.0		0.000	0.017	0.01	0.000
85: LINEA D...	LINEA DE D1...	197.22	J-29	J-18	19.05	PVC	150.0		0.000	0.017	0.06	0.000
86: LINEA D...	LINEA DE D1...	226.98	J-35	J-36	19.05	PVC	150.0		0.000	0.067	0.23	0.004
89: LINEA D...	LINEA DE D1...	223.69	J-37	J-38	25.40	PVC	150.0		0.000	0.217	0.43	0.010
92: LINEA D...	LINEA DE D1...	239.54	J-28	J-39	25.40	PVC	150.0		0.000	0.050	0.10	0.001
97: LINEA D...	LINEA DE D1...	244.27	J-41	J-42	19.05	PVC	150.0		0.000	0.050	0.18	0.003
99: LINEA D...	LINEA DE D1...	267.85	J-43	J-35	25.40	PVC	150.0		0.000	0.117	0.23	0.003
101: LINEA...	LINEA DE D1...	274.82	J-39	J-44	19.05	PVC	150.0		0.000	0.017	0.06	0.000
105: LINEA...	LINEA DE D1...	580.27	J-46	J-47	12.70	PVC	150.0		0.000	0.033	0.26	0.009
116: LINEA...	LINEA DE D1...	598.18	J-53	J-54	25.40	PVC	150.0		0.000	0.067	0.13	0.001
120: LINEA...	LINEA DE D1...	551.54	J-38	J-40	25.40	PVC	150.0		0.000	0.184	0.36	0.007
126: LINEA...	LINEA DE D1...	651.62	J-58	J-59	19.05	PVC	150.0		0.000	0.050	0.18	0.003
129: LINEA...	LINEA DE D1...	640.97	J-37	J-10	25.40	PVC	150.0		0.000	-0.251	0.49	0.013
230: P-6	P-6	207.44	J-32	J-56	38.10	PVC	150.0		0.000	-0.117	0.10	0.000
231: P-7	P-7	149.33	J-56	J-45	50.80	PVC	150.0		0.000	-0.184	0.09	0.000
247: P-14	P-14	385.08	T-1	J-67	50.80	PVC	150.0		0.000	0.212	0.10	0.000
248: P-15	P-15	282.90	J-67	J-45	50.80	PVC	150.0		0.000	0.184	0.09	0.000
251: P-16	P-16	210.02	J-56	J-68	25.40	PVC	150.0		0.000	0.067	0.13	0.001
253: P-17	P-17	205.08	J-68	J-69	19.05	PVC	150.0		0.000	0.067	0.23	0.004

59 of 59 elements displayed

CONCLUSIONES

PRIMERA: La inadecuada configuración de calibres, los caudales inapropiados, los apremios negativos y las significativas mermas de carga presentes en el sistema de abasto de agua dulce de la Colectividad de Huañingora constituyen la causa primordial del servicio defectuoso de H2O para la totalidad de la urbe.

SEGUNDA: La optimización de los calibres en las tuberías de los sectores identificados como críticos permitió incrementar los niveles de presión y reducir significativamente las pérdidas unitarias ocasionadas por la incorrecta selección de dimensiones en el diseño original de la sistemática de suministro de agua dulce.

TERCERA: Se propone la modificación de diámetros en diversos tramos de la red, lo que permitirá optimizar los niveles de presión. La ampliación de las tuberías, adaptada a la topografía del terreno, mejorará el desempeño hidráulico del sistema. El deficiente servicio de agua potable había generado conflictos socio-comunitarios entre la población y las autoridades, situación que se revertirá con las intervenciones planteadas, las cuales addressarán directamente la falta de persistencia en el suministro.

CUARTA: La simulación del sistema de abasto por gravedad mediante WaterGEMS permitió incrementar la capacidad operativa desde un 60% hasta el 100% de su rendimiento, garantizando la dotación de agua dulce para la totalidad de la población actual y el incremento demográfico futuro, considerando nuevas conexiones domiciliarias de hasta un 20% adicional sobre el

número actual de beneficiarios, umbral que de superarse requerirá la identificación de una nueva fuente de suministro.

RECOMENDACIONES

PRIMERA: Implementar un programa de capacitación sobre manejos de usanza eficiente del agua encaminado a los usuarios beneficiarios, dado que esta estrategia reducirá significativamente el consumo inadecuado y excesivo de este recurso natural esencial.

SEGUNDA: Optimizar el programa de sostenimiento integral del sistema de provisión de agua dulce, ejecutando revisiones periódicas prioritariamente en el equipo de bombeo y los componentes auxiliares como obturadores de control, purga y limpieza, bajo responsabilidad de la JASS.

TERCERA: Se sugiere para estudios posteriores el análisis de múltiples sistemas de provisión de H2O por gravedad con atributos análogos, con la finalidad de conseguir pesquisa estadísticamente significativa que admita establecer generalizaciones y formular un reglamento estandarizado de evaluación.

CUARTA: Para la implementación de desconocidos planes de sistemas de H2O dulce, se sugiere efectuar previamente la simulación computacional del modelo hidráulico, garantizando así un funcionamiento óptimo en el suministro hídrico para zonas rurales.

BIBLIOGRAFÍA

A., G. F. (Junio 1971). *Modelos para estudios de Redes de Suministro de Agua Potable.* Mexico: UNAM.

Aguero Pittman, R. (1997). *Agua Potable para Poblaciones Rurales. Sistema de Suministro por Gravedad Sin Procesamiento.* (1ra edicion ed.). Peru: Ser.

Aguirre, J. (1974). *Hidraulica de Canales* (1ra edicion ed.). Merida Venezuela: CIDIAT.

Andreou, S. A. (1986). *Modelo Hidrico para el Deterioro de las Tuberias y la Planificasion de los Sistemas de colocación de Agua.* Massachusett.

Aparicio mijares, F. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie.* (1ra edicion ed.). México D.F: Grupo Noriega.

Arocha Ravelo, S. (1985). *Provición de Agua, Teoria y diseño.* (2da edicion ed.). Perú: Vega.

B., F. M. (Diciembre de 1991). Reforma de una Metodología para el Diseño de Redes a Presión en Régimen Permanente. LX*I*.

BLANCO, J. (2010). *Manual de Autozad Civil 3D.* Huanuco, Perú: Corp. JUSTY.

Chereque Morán, W. (2002). *Hidrología Para Educandos de Ingenieria Civil* (2da edicion ed.). Perú.

Clark, M. S. (1982). *Valoracion Espacial de los Sistemas de Distribucion de Agua.* Stanford.

Eisenbeis, P. (1994). *Modelación Predictiva de Fallos en Redes de Conducción de Agua. Estrasburgo: Tesis Doctoral*.

Eisenbeis, P. R. (1999). *Modelo Estadistico para Valorar la Condicion Técnica del Agua en Conducción.* Chicago , Illinois.

Goulter, I. a. (1988). *Diagnóstico de las Falla en la Red Hidráulica de Distribución.* Canada, Winnipeg: 1er Edicion.

Kaara, A. F. (1984). *Sistema de Apoyo para la Rehabilitación y Reconstrucción de Redes de Agua Potable.* EEUU: MIG MA.

Malandain, J. L. (1998). *Herramientas Tecnológicas de Análisis para la Gestión de Infraestructura y Mantenimiento de Redes de Distribución.* Lyion, Francia.

Mateos de Vicente, M. (1990). *Válvulas para Provición de Agua* (1ra edicion ed.). Valencia: Bellisco.

Mosevoll, G. (1994). *State Forecast Modeler / Functional Requirements of Information Systems.* (I. f. Vassbygging, Trad.) Virginia, Virginia.

Raestad, C. (1995). *Internships in water piping systems* (3era Edicion ed.). London.

Ramón, M., Hernández, N., & Martínez, L. (2001). *El Uso Sostenible de las aguas Subterraneas.* (1ra edicion ed.). Perú.

Rocha Felices, A. (1978). *Hidraulica de Tuberias y Canales.* (1ra edicion ed.). Peru: UNI.

Rocha Felices, A. (1993). *Recursos Hídricos. Perú: Colegio de Ingenieros del Perú*

Rostum, J. D. (1997). *Red de Colocaión en Edificios y Redes Pluviales.* Noruega , Suecia: ISBN.

Saegrov, S. M. (1999). *Metodos de estudio para la Rehabilitacion de Sistemas de Agua Potable.*

Saldarriaga, J. (2007). *Hidráulica de Tuberías, Suministro de Agua, Redes de Riego.* Bogota D.F.: Alfaomega.

Sotelo Avila, G. (1974). *Hidraúlica General.* (1ra edicion ed.). México: Limusa.

Streeter, L. (1972). *Mecánica de los Fluidos* (4ta edicion ed.). (R. E. Romero, Trad.) Sevilla: Lito Ediciones Olimpia.

Sundahl, A. (1997). *Suministro de Agua, Nuevas Tecnologias en el Suministro.* Malmo, Suecia.

Universidad Nacional Hermilio Valdizan (UNHV). (2010). *Manual de Autocad Civil 3D.* Huanuco, Perú: CORP. JUSTY.

Vierendel. (1993). *Suministro de Agua y alcantarilla.* (4ta edicion ed.). Perú: UNI.

Villon Vejar, M. (2002). *Hidrologia Estadistica.* (2da edicion ed.). Perú: Villon.

Wengstrom, T. (1993). *Estudio Comparativo de los Calibres en Tuberias.* Chelyabinsk, Rusia.

ANEXOS

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN
¿Cuál es la situación actual, las condiciones hidráulicas en el sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad, frente a la problemática existente de abastecimiento en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto? **Problemas Específicos** 1) ¿Cómo incide el estado real del sistema de agua potable por gravedad de la Comunidad de Canchi Huañingora, en el servicio de agua potable? 2) ¿Cuáles son los motivos por los que el sistema de abastecimiento presenta deficiencias y esto ocasiona conflicto social en la comunidad de Canchi Huañingora?	Evaluar y mejorar las condiciones hidráulicas del sistema de abastecimiento actual de agua potable por gravedad frente a la problemática existente de abastecimiento en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto. **Objetivos Específicos** 1) Analizar el comportamiento hidráulico actual de las tuberías del sistema de conducción y distribución en la Comunidad de Canchi Huañingora. 2) Identificar las deficiencias que presenta el sistema de distribución y conducción actual y analizar los motivos que llevaron a un servicio	La incidencia en los parámetros hidráulicos, de continuidad, presión y caudales serán determinantes en la dotación del agua, del sistema actual de agua potable por gravedad en la Comunidad de Canchi Huañingora del Distrito de Caracoto. **Hipótesis Específica** 1) Se presenta un deficiente servicio de agua potable por la disminución en la capacidad hidráulica, por un defectuoso diseño en los diámetros de las tuberías 2) La inadecuada distribución de diámetros, en el sistema de agua potable, genera la inestabilidad y caída de presiones en el sistema de la red de distribución en la	**Variable independiente** VI: Influencia en los indicadores hidráulicos. **Variable dependiente** VD: Servicio de suministro de agua dulce.	**Tipo de investigación**. El aspecto fundamental en la simulación hidráulica radica en caracterizar correctamente las operaciones del sistema de colocación de H2O dulce y todos sus elementos constitutivos. **Enfoque de la investigación** El análisis adopta una metodología cuantitativa, puesto que la indagación se basa en información y efectos que son primordialmente cuantificados y expresados mediante cifras, escalas y equivalencias.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

3) ¿Cómo mejorar y optimizar las condiciones hidráulicas para un eficiente abastecimiento de agua potable a toda la población de la Comunidad de Canchi Huañingora?	deficiente causando conflicto social. 3) Evaluar y mejorar los parámetros de continuidad, presión y caudales del estado real de la red de distribución de agua potable por gravedad.	comunidad de Canchi Huañingora. 3) Mediante el acuerdo uso del programa WaterGEMS, se logrará mejorar la deficiente distribución de presiones y con ello se mejorará la continuidad y se logrará adecuados caudales para el ediciente de suministro de agua potable.		

VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI -HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	SILVIA V. QUISPE LAURA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

II. PUNTOS DE VALIDACION

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

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ⊗
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ○

IV. PROMEDIO DE VALORACION: 93.25%

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

VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI -HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

II. PUNTOS DE VALIDACION

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

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ✖
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ○

IV. PROMEDIO DE VALORACION: 90.35%

LUDVER EFRAIN QUILLE SALGUERO
Ingeniero Sanitario y Ambiental
CIP N° 268708

VALIDACION DE INSTRUMENTO

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI -HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMÁN, PUNO

OPINIÓN DE EXPERTO

I. DATOS DEL EXPERTO

NOMBRE DEL VALIDADOR:	MIGUEL A. MORALES ARIZACA
ESPECIALIDAD DEL VALIDADOR:	ING. SANITARIO Y AMBIENTAL
AUTOR DEL INSTRUMENTO:	LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO

II. PUNTOS DE VALIDACION

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

III. OPINION DE APLICATIBILIDAD:

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación..... ✖
- El instrumento no cumple puntual mente con los requisitos para su aplicación..... ○

IV. PROMEDIO DE VALORACION: 92.05%

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

TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

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

Formato digital [X] Fecha de entrega: 11 - 12 - 2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: LUCKY VLADIMIR FLORES TUYRO
Dirección: MZ. 102 LT.26A.H LOS NLORTEÑOS - LIMA
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 46876668
Teléfono: 955061323 email: vladimir.ft193@gmail.com

Nombres y Apellidos:
Dirección:
DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:
Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Escuela Profesional o Mención: ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL
Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL
Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES
Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:
Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]
Título: EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA COMUNIDAD DE CANCHI - HUAÑINGORA, DISTRITO DE CARACOTO, SAN ROMAN, PUNO

Palabras claves, (3 a 5 términos): ABASTECIMIENTO DE AGUA, PRESION, CAUDAL, CONTINUIDAD

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV [1, 2]?

1

[1] Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.
[2] Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

2. Referencia de tesis:

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

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

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

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

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

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

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

Autorizo su publicación (marque con una X)

☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.

☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____

☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

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

¿Quiere permitir usos comérciales de su producción intelectual?

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

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

☐ Sí autorizo

☒ No autorizo

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/

TESIS UANCV
TESIS UANCV
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
"OFICINA DE INVESTIGACIÓN"

Jurisdicción de su Licencia

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

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

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

☐ Internacional

☒ Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22



11 - 12 - 2025

Firma de Autor | huella digital | Fecha

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES JULIACA

OFICINA DE INVESTIGACIÓN
Tesis Publicada con autorización del autor
http://repositorio.uancv.edu.pe/